

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

ANDRÉ PÉQUÉRIAUX

Né le 4 Juin 1911 à MAUBEUGE (Nord)

CONTRIBUTION

à la

recherche de formes assimilables de calcium

Président : M. LOEPER, Professeur

LE MANS

IMPRIMERIE CH. MONNOYER

12, PLACE DES JACOBINS, 12

1940

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale.....	STROHL.
Chimie médicale.....	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale.....	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale.....	MONDOR.
Anatomie pathologique.....	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	CHIRAY.
Clinique médicale.....	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale.....	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique.....	TERRIEN.
Clinique urologique.....	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements.....	JEANNIN.
	LÉVY-SOLAL.
Clinique gynécologique.....	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.....	M. VILLARET.
Clinique de la Tuberculose.....	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.....	MATHIEU.
Clinique de cardiologie.....	LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie.....	Clovis VINCENT.
Assistance Médico-sociale.....	N...
	HAZARD.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire.....	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE Pathologie chirurgicale.
 BARIÉTY Pathologie médicale.
 BÉNARD (Henri) Pathologie médicale.
 BERNARD Etienne. Pathologie médicale.
 BESANÇON (Justin). Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER... Pathologie médicale.
 COSTE Pathologie médicale.
 DOGNON Physiologie.
 FEY Urologie.
 FUNCK Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL..... Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES... Pathologie médicale.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON..... Hygiène.
 LACOMME..... Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL.. Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LAVIER..... Parasitologie.
 LELONG..... Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF..... Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiâ-
 trie.
 MÉNÉGAUX... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET... Pathologie médicale.
 MOREAU..... Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT-DUTALLIS. Pathologie chirurgi-
 cale.
 PIÉDELIEVRE.. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RENARD Ophtalmologie.
 RICHET Physiologie.
 SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT. Physiologie.
 GUÉNIOT Obstétrique.
 HEITZ-BOYER.. Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS... Pathologie chirurgicale.
 LE LORIER..... Obstétrique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 SCHWARTZ.... Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL... Obstétrique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent

MM.		MM.	
ALAJOUANINE .	} Clinique médicale.	BASSET	} Clinique chirurgicale.
AUBERTIN		BROcq	
BRULÉ		CADENAT	
CHABROL		GATELLIER ...	
DONZELOT		MOURE	
DUVOIR		QUENU	
LIAN		VELTER	
PASTEUR-VALÉRY-RADOT			
SÉZARY			

MM.	
ECALLE	} Clinique obstétricale.
METZGER	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé ...	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans des dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A MON FRERE

A MA DÉVOUÉE COLLABORATRICE :

MA CHÈRE FEMME,

A MES PROFESSEURS ADMIRÉS,

*et, en particulier, A MONSIEUR LE PROFESSEUR CHEVRIER
qui guida mes premiers pas dans la carrière,*

A MONSIEUR L'ABBÉ LANGLET

qui me la fit aimer,

A MONSIEUR EMILE PETIT

en souvenir de nos longues causeries,

A MA FAMILLE,

A TOUS MES AMIS,

et, en particulier à l'agissante amitié

DU DOCTEUR JACQUES CHAZARAIN,

ET A TOUS MES CAMARADES DE STAGE ET DE LABORATOIRE,

A LA MÉMOIRE DU DOCTEUR EUGÈNE FOLLEY

*qui m'a aidé à réunir les documents indispensables
à ce travail.*

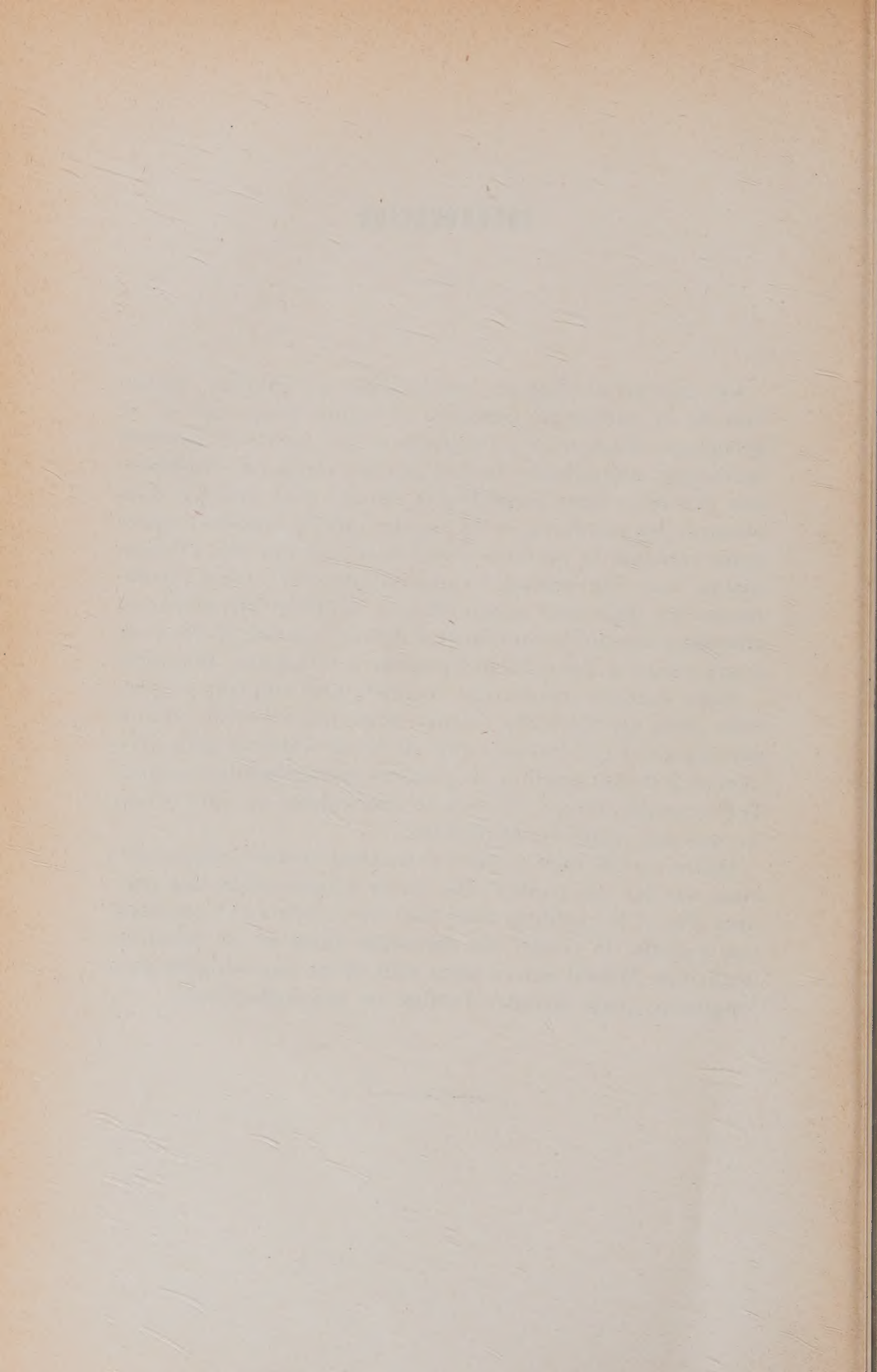
108704

INTRODUCTION

Les carences calciques représentent un chapitre important de la pathologie humaine et depuis longtemps on se préoccupe d'apporter à l'organisme une forme de calcium facilement assimilable. Le but de cette étude est d'indiquer une des voies dans lesquelles la science s'est engagée, d'en montrer les résultats, et les espoirs qu'elle autorise. Après avoir constaté la présence des sels de calcium dans l'organisme, leur élimination, l'apport alimentaire, nous constaterons les difficultés auxquelles se heurtent physiciens et chimistes lorsqu'ils cherchent à définir le mode d'être et le comportement des sels calciques dans l'économie humaine.

Nous verrons ensuite que les méthodes empiriques peuvent dans une certaine mesure nous apporter des notions précieuses et par l'observation de la vie animale nous arriverons à la constitution de poudres médicamenteuses dont l'effet paraît certain, bien que le mécanisme de cette action ne soit pas entièrement pénétré.

Qu'on veuille bien excuser le manque d'observations précises sur les cas traités : les essais d'application des poudres d'os et le cartilage frais sont très récents et n'ont donc pas permis de réunir un abondant faisceau de résultats confirmés. Mais il nous a paru utile de ne pas attendre plus longtemps pour signaler l'utilité de ces recherches.



CHAPITRE PREMIER

PRÉSENCE ET DOSAGE DES SELS DE CALCIUM DANS LES ORGANES DURS ET MOUS.

L'analyse chimique permet d'attribuer approximativement au corps humain la composition centésimale suivante :

(LECOQ : Les aliments et la Vie, p. 190).

	%
Oxygène	63
Carbone	18
Hydrogène	10
Azote	5
Calcium	2
Phosphore	1
Potassium	0,30
Sodium	0,15
Chlore	0,15
Soufre	0,25
Magnésium	0,045
Fer	0,005
Iode, Fluor, Silice, etc.....	très petites quantités

Ce pourcentage global de l'organisme humain montre que le Calcium existe en proportions très importantes par rapport aux autres métaux et certains métalloïdes.

Chez les animaux domestiques et surtout chez les quadrupèdes, on trouve des proportions à peu près analogues.

Nous croyons utile de reproduire des tableaux, provenant du Traité de Physiologie comparée de COLIN, qui nous indiquent les poids relatifs des divers organes durs et mous pour un certain nombre d'organismes d'omnivores et d'herbivores. Ce sont des documents que nous retrouverons tout à l'heure quand nous aurons étudié les analyses chimiques rapportées à 1 kilogramme d'organes frais.

LEVRIER DE RUSSIE, 4 ans, pesant 20.760 grammes.

Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties au corps	
	Kilo		
Peau	1,350	1 :	15,37
Muscles et annexes.....	12,260	1 :	1,69
Os et cartilages frais.....	2,638	1 :	7,86
Os et cartilages secs.....	2,050	1 :	10,12
Graisse libre	0,340	1 :	61,05
Encéphale	0,092	1 :	225,65
Moelle épinière	0,027	1 :	768,88
Langue et larynx.....	0,118	1 :	175,93
Trachée	0,033	1 :	629,09
Œsophage	0,067	1 :	309,85
Parotides (ensemble)	0,010	1 :	2.076,00
Maxillaires (ensemble)	0,014	1 :	1.482,85
Cœur	0,271	1 :	76,60
Poumons	0,371	1 :	55,95
Foie	0,897	1 :	23,14
Rate	0,177	1 :	117,28
Pancréas	0,085	1 :	244,23
Reins (ensemble)	0,209	1 :	99,33
Vessie et prostate.....	0,055	1 :	577,45
Testicules (ensemble)	0,036	1 :	576,66
Estomac vide	0,133	1 :	156,09
Intestin vide	0,460	1 :	45,13
Matières de l'estomac et de l'intestin.	0,097	1 :	214,02

CHIENNE BRAQUE ADULTE, pesant 12.700 grammes.

Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties au corps
	Kilo	
Sang du cœur et des gros vaisseaux.	0,110	1 : 115,45
Peau	1,525	1 : 8,32
Muscles et annexes.....	6,022	1 : 2,10
Os et cartilages frais.....	1,723	1 : 7,37
Os et cartilages secs.....	1,218	1 : 10,42
Graisse libre	0,785	1 : 16,17
Encéphale	0,082	1 : 154,87
Moelle épinière	0,017	1 : 745,05
Langue, larynx, trachée, œsophage.	0,162	1 : 78,39
Parotides (ensemble)	0,086	1 : 147,65
Maxillaires (ensemble)	0,013	1 : 976,92
Cœur	0,110	1 : 115,45
Poumons	0,310	1 : 40,96
Foie	0,568	1 : 22,35
Rate	0,040	1 : 317,50
Pancréas	0,050	1 : 254,00
Reins (ensemble)	0,086	1 : 147,67
Estomac vide	0,124	1 : 102,41
Intestin vide	0,381	1 : 33,33
Matières de l'estomac et de l'intestin.	0,185	1 : 68,64

PORC JEUNE, pesant 29.177 grammes.

Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties au corps
	Kilo	
Peau	2,941	1 : 9,92
Corne des ongles.....	0,030	1 : 972,56
Sang	0,777	1 : 37,55
Muscles et annexes.....	13,259	1 : 2,20
Os et cartilages frais.....	3,292	1 : 8,86
Os et cartilages secs.....	2,220	1 : 13,14
Graisse libre	2,800	1 : 10,42
Encéphale	0,101	1 : 288,88
Moelle épinière	0,033	1 : 884,15
Langue, larynx, trachée, œsophage.	0,269	1 : 108,46
Parotides (ensemble)	0,138	1 : 211,42
Maxillaires (ensemble)	0,020	1 : 1.458,85
Sublinguales (ensemble)	0,007	1 : 4.168,14
Cœur	0,178	1 : 163,91
Poumons	0,254	1 : 114,87
Foie	0,905	1 : 32,23
Rate	0,079	1 : 369,32
Pancréas	0,056	1 : 521,01
Reins (ensemble)	0,142	1 : 205,47
Utérus et ovaires.....	0,303	1 : 96,29
Estomac vide	0,335	1 : 87,09
Intestin vide	1,247	1 : 23,39
Matières de l'estomac et de l'intestin.	0,725	1 : 40,24

BELIER de 4 ans, pesant 55.500 grammes.

Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties au corps
	Kilo	
Peau	10,350	1 : 5,36
Corne des sabots et de la tête.....	1,690	1 : 32,84
Muscles et annexes.....	19,200	1 : 2,83
Os et cartilages frais.....	5,810	1 : 9,55
Os et cartilages secs.....	4,045	1 : 13,72
Encéphale	0,136	1 : 408,08
Moelle épinière	0,053	1 : 1.047,16
Langue, larynx, trachée, œsophage..	0,402	1 : 138,05
Parotides (ensemble)	0,048	1 : 1.156,25
Maxillaires (ensemble)	0,032	1 : 1.734,37
Cœur	0,210	1 : 264,28
Poumons	0,917	1 : 60,52
Foie	0,662	1 : 83,83
Rate	0,058	1 : 533,65
Pancréas	0,104	1 : 956,89
Reins (ensemble)	0,136	1 : 408,08
Testicules (ensemble)	0,416	1 : 133,41
Estomac vide	1,361	1 : 40,77
Intestins vides	1,160	1 : 47,84
Mésentère et ganglions.....	0,237	1 : 234,17
Matières de l'estomac.....	8,639	1 : 6,42
Matières de l'intestin.....	1,413	1 : 39,27

CHEVAL DE TRAIT ADULTE, pesant 501 kilogrammes.

Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties du corps	Parties du corps	Poids des parties	Rapport des parties du corps
	K°			K°	
Sang	29,500	1 :	Foie	6,620	1 :
Peau	30,135	1 :	Rate	0,985	1 :
Corne des sabots	2,760	1 :	Pancréas	0,322	1 :
Muscles et annexes ..	227,900	1 :	Rein droit	0,777	1 :
Os et cartilages frais ..	61,945	1 :	Rein gauche	0,777	1 :
Os et cartilages secs ..	45,100	1 :	Capsules surrénales ..	0,051	1 :
Encéphale	0,627	1 :	Vessie vide	0,140	1 :
Moelle épinière	0,280	1 :	Pénis, scrot., fourreau,	1,725	1 :
Langue	1,200	1 :	Testicule droit	0,145	1 :
Larynx	0,290	1 :	Testicule gauche	0,163	1 :
Trachée	0,572	1 :	Estomac vide	1,190	1 :
Œsophage	0,420	1 :	Intestin grêle vide ..	4,775	1 :
Parotide droite	0,202	1 :	Cæcum vide	2,258	1 :
Parotide gauche	0,210	1 :	Colon replié vide	5,600	1 :
Maxillaire droite	0,042	1 :	Colon flottant et rec ..	3,960	1 :
Maxillaire gauche	0,047	1 :	Mat. de l'estomac	5,510	1 :
Subling. (ens.)	0,025	1 :	Mat. intestin grêle ..	4,925	1 :
Corps thyroïde (ens.) ..	0,030	1 :	Mat du cæcum	6,342	1 :
Cœur	3,750	1 :	Mat. du colon	24,790	1 :
Poumons	4,340	1 :			

Abordons maintenant l'étude de la composition chimique des divers organes.

Les tissus durs, qui constituent le squelette et ses dérivés chez les animaux supérieurs et chez l'homme, contiennent une forte proportion de matières minérales.

Si l'on prend des os d'homme adulte et qu'on les calcine pour obtenir de la cendre d'os, on trouve dans celle-ci une proportion de calcium qui d'après HEINTZ est de 38,6 % et d'après ZALEWSKI est de 40,1 %.

Les auteurs sont d'accord sur les chiffres et chez l'enfant, d'après Recklingsausen, le Ca serait de 37,7 dans les premiers jours de la vie, et atteindrait à l'âge de 6 ans : 38 %.

Le radical Ca dépasse de beaucoup les autres sels métalliques, et d'après les mêmes auteurs, on trouve seulement de 0,4 à 0,5 % de Magnésium (radical Mg) et seulement de 0,4 à 1,6 de Fluor et de Chlore.

Par contre, la quantité de PO_4 est très élevée.

Les mêmes auteurs indiquent des proportions dans la cendre d'os variant de 52,2 à 54,9.

Nous ne pouvons mieux faire pour marquer la composition du tissu osseux, à l'état frais, que de reproduire les tableaux suivants que nous extrayons des Leçons de Chimie Biologique, d'Armand GAUTIER.

	Os longs (partie compacte)			Os plats Os courts			Substance spongieuse		Arêtes de Turbot
	Fémur	Fémur	Fémur	Occipital	Atlas (garçon 2 mois)	Fémur	Fémur		
	V. BIDRA	FRERICHS	HEINTZ	V. BIDRA	V. BIDRA	V. BIDRA	FRERICHS		
Osséine (état humide) ..	29,7	31,5	28,8	29,9	34,9	35,8	38,2		34,0
Graisses	1,3			1,3	1,0				
Phosphate de chaux...	59,6	58,7	60,1	58,4	56,3	42,8	50,2		
Fluorure de calcium...			3,5						
Carbonate de calcium..	7,3	10,1	6,4	8,0	6,1	19,3	11,7		66,0 ⁽¹⁾
Phosphate de magnésie.	1,3	»	1,2	1,4	1,0	1,0	»		
Chlorures	0,7	»	»	0,9	1,7	0,99	»		

(1) Renfermant par 100 : CaO = 54,1 et P₂O₅ = 48,9.

Chez les divers animaux, les parties dures du squelette renferment des proportions qui varient légèrement, en sels de calcium, mais les chiffres absolus pour les animaux supérieurs sont sensiblement voisins les uns des autres.

Le tableau suivant, extrait du « Traité de Physiologie comparée » de COLIN, nous donne quelques documents que nous reproduisons.

Noms des animaux et des os analysés	Cendres	Phosphate de chaux	Phosphate de magnésie	Carbonate de chaux
Fœtus (sexe masc. 4 mois) fémur.	61,7	60,2	»	»
Homme de 40 ans..... fémur.	64,2	56,9	1,3	10,2
Femme de 97 ans..... fémur.	64,9	57,0	1,2	9,3
Momie égypt. (femme).. fémur.	65,0	58,7	1,7	5,9
Chienne fémur.	62,1	59,0	1,2	6,1
Jeune lionne..... fémur.	64,7	60,0	1,5	6,3
Morse fémur.	63,1	53,9	1,5	9,3
Lapin fémur.	66,3	58,7	1,1	6,3
Eléphant des Indes..... fémur.	66,8	62,2	1,2	5,6
Rhinocéros de Java..... fémur.	65,3	60,0	2,3	5,2
Veau mort-né fémur.	64,4	59,4	1,7	5,2
Veau de 5 mois..... fémur.	69,9	61,2	1,2	8,4
Vieille vache fémur.	71,3	62,5	2,7	7,9
Bœuf humérus.	70,4	61,4	1,7	8,6
Taureau fémur.	69,3	59,8	1,5	8,4
Agneau fémur.	67,7	60,7	1,5	8,1
Mouton fémur.	70,0	62,9	1,3	7,7
Chevreau fémur.	68,0	58,3	1,2	8,4
Cachalot fémur.	62,9	51,9	0,5	10,6
Aigle fémur.	70,5	60,6	1,7	8,4
Poulet fémur.	68,2	64,4	1,1	5,6
Dindon fémur.	67,7	63,8	1,2	5,6
Tortue de terre (carapace)..... fémur.	64,0	56,0	1,2	10,7
Crocodile fémur.	64,0	58,3	0,5	7,7
Brochet fémur.	66,9	64,2	1,2	4,7
Raie (cartilages) fémur.	30,0	27,7	traces	4,3

Les autres parties dures du squelette, c'est-à-dire les cartilages contiennent des substances minérales en quantité beaucoup moins importantes.

Toujours d'après GAUTIER qui reproduit les résultats des analyses de VON BIBRA et HIS, les cartilages de l'homme à l'état frais ont la composition centésimale suivante :

	Cartilages des côtes (Homme)	Cartilages du genou (Homme)	Cornée
Eau	67,67	73,59	75,88
Substances inattaquables à l'eau... }	30,13	24,87	{ 2,84
Substance chondrigène			{ 20,38
Substances minérales solubles..... }	2,20	1,54	{ 0,84
Substances minérales insolubles... }			{ 0,11

Ces substances minérales des cartilages sont constituées de sels minéraux divers où le Ca ne joue plus un rôle prédominant, mais existe en quantités appréciables.

100 parties de substances minérales des cartilages contiennent :

Chlorure de sodium.....	6,11	22,48
Sulfate de sodium.....	44,81	55,17
Sulfate de potassium.....	26,66	»
Phosphate de sodium.....	8,42	7,39
Phosphate de calcium.....	7,88	15,51
Phosphate de magnésium.....	4,55	

D'autres parties de l'organisme, telles que la cornée ont une composition chimique analogue à celle des cartilages et contiennent naturellement des sels calcaires.

Les dents, autre partie dure du squelette, contiennent une proportion extrêmement importante de sels calcaires associés avec d'autres sels et nous reproduisons encore d'après A. GAUTIER, quelques analyses de dentine.

	Homme adulte	Femme de 25 ans	Bœuf
Matière organique fraîche.....	27,61	20,42	} 27,7
Graisses	0,40	0,58	
Phosphate de chaux (et fluorures)...	66,72	67,54	66,80
Phosphate de magnésie.....	1,08	2,49	0,54
Carbonate de chaux.....	3,36	7,97	2,50
Autres sels (Cl. Na).....	0,83	1,00	1,90
	Von Bibra	C. Aeby	

L'émail qui recouvre les dents contient aussi une forte proportion de sels calcaires.

Les matières minérales forment 95 à 97 % de son poids chez l'adulte; de 78 à 84 % chez le jeune enfant. Il est suffisamment dur pour rayer l'apatite, mais il est rayé par l'acier bien trempé.

Le tableau ci-dessous note quelques analyses de HOPPE-SEYLER rapportées à 100 p. d'émail :

	Enfant	Nouveau-né	Porc	Chien	Cheval	Eléphant
	—	—	—	—	—	—
Phosphate et carbo- nate calciques....	75,94	82,40	94,30	93,91	93,40	91,03
Chlorure de calcium	»	0,23	0,62	0,80	0,66	0,44
Phosphate ma g n é- sien PO*MgH.....	2,16	2,37	2,73	}	1,68	2,75
Sels' solubles.....	22,29	15,59	2,06		6,81	}
Matières organiques.		0,35	0,15		4,74	

Le sang, autre tissu réparti à travers tout l'organisme, mais qui s'oppose au squelette par sa fluidité, contient des matières minérales qui varient de 3 à 4 %.

	Homme			Femme	
	Moyenne	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Eau	781,6	800,0	760,0	813,0	773,0
Globules secs (1)....	135,0	152,0	131,0	137,5	113,0
Albuminoïdes du sé- rum	70,0	73,0	62,0	75,5	65,0
Fibrine	2,2	3,5	1,5	2,5	1,8
Graisses	1,7	3,3	1,0	2,8	1,0
Matières extractives et sels solubles....	8,4	9,0	5,0	8,5	6,2
Phosphates terreux et autres sels insol- ubles	0,35	»	»	»	»
Fer	0,55	»	»	»	»

Les 3,5 de matières minérales qui se trouvent en moyenne dans le sang humain, se trouvent répartis ainsi qu'il a été indiqué dans le tableau ci-après où les sels minéraux ont été séparés pour les globules rouges et le plasma.

	Homme		Femme		Cochon	
	Glob. rouges	Sérum	Glob. rouges	Sérum	Glob. rouges	Sérum
K ² O	1,586	0,153	1,412	0,200	2,421	0,154
Na ² O	0,241	1,661	0,648	1,916	0,368	2,406
CaO	0,016	0,050	0,024	0,054	0,236	0,072
MgO	—	—	—	—	0,069	0,021
Fe ² O ³	—	—	—	—	—	0,006
Cl	0,898	1,722	0,362	0,144	0,157	2,034
P ² O ⁵	0,695	0,071	0,643	2,202	0,903	0,106

(1) Nombres un peu faibles, à cause de la méthode employée, qui laissait passer une petite quantité des albuminoïdes des globules dans le sérum pendant la coagulation.

Multipliés par 2,7 les poids des globules secs donnent ceux des globules à l'état humide.

Les globules rouges renferment divers sels. Nous donnons ci-après la composition des cendres de 100 parties de globules humides de sang humain.

	Sang d'homme	Sang de femme	Sang humain en général
	(SCHMIDT)		(STRECKER)
Chlorure de potassium....	3,68	3,41	3,55
Chlorure de sodium.....	trace	trace	trace
Sulfate de potassium.....	0,13	0,157	0,143
Phosphate de potassium...	2,34	2,108	2,67
Phosphate de sodium.....	0,63	trace	0,114
Phosphate de calcium.....	0,09	0,218	0,073
Phosphate de magnésium..	0,06		
Soude en excès.....	0,134	0,205	0,145
Potasse en excès.....	»	0,857	0,66
TOTAL	7,28	6,959	7,95

Et à titre documentaire, d'après le tableau d'HOPPE-SEYLER, les analyses relatives à 1 kilo de globules humides d'animaux :

	Porc	Bœuf	Chèvre
Potasse (K^2O).....	5,54	2,09	4,92
Soude (Na^2O).....	»	0,75	»
Magnésie (MgO).....	0,16	0,017	?
Chlore	1,50	1,63	1,93
Anhydride phosphorique (P^2O^5).....	2,07	0,70	?
Résidu salin total.....	8,90	4,80	»
Chaux (CaO).....	0,057	0,072	0,069

La lymphe, autre tissu liquide de l'homme, n'est pas très connue au point de vue des sels minéraux. Nous donnons ci-dessous les analyses de 1 kilo de lymphe humaine.

	Vaisseaux variqueux d'une femme (1)	Fistule du dos du pied (2)	Fistule de la cuisse (3)	Dilatation lymph. du cordon (4)
Eau	934,8	969,3	987,7	957,6
Fibrine et corpuscules de la lymphe.....	0,6	5,2	2,6	0,4
Substances albuminoï- des	42,8	4,3		34,7
Corps gras	9,2	2,6	0,03	»
Matières extractives...	4,4	3,1	1,28	»
Glycose	0,5	»	»	»
Chlorure de sodium...	6,4	15,4	8,4	7,2
Lactate de sodium....	»			
Phosphates alcalins...	1,8			
Carbonates alcalins et sels divers	»			
	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

La composition de la lymphe des animaux est mieux connue; des fistules expérimentales ont pu être faites facilement. Les expériences ont porté surtout sur de grands animaux et nous donnons ci-après dans un tableau le résultat des analyses de SCHMIDT de 1 kilo de lymphe qui provenait du canal thoracique d'un poulain nourri de foin.

(1) Gubler et Quevenne. (2) Marchand et Colberg. (3) Hensen et Dähnhardt. (4) Scherer.

Pour 1000 cent. cubes de liqueur	Liquide complet		Sérum (1000 parties)		Caillot (1000 parties)	
	Lymphhe	Chyle	Lymphhe	Chyle	Lymphhe	Chyle
Eau	955,4	956,2	957,6	958,5	907,3	877,6
Parties solides...	44,6	43,8	42,4	41,5	92,7	112,4

Parties solides, contenant :	Liquide complet		Sérum (1000 parties)		Caillot (1000 parties)	
	Lymphhe	Chyle	Lymphhe	Chyle	Lymphhe	Chyle
Fibrine	2,2	1,3	»	»	48,7	38,9
Albumine	35,0	35,1	32,0	31,6	34,4	67,8
Graisses			1,2			
Matièr. extractives			1,8			
Sels minéraux....	7,47	7,49	7,36	7,55	9,66	5,46
contenant :						
Chlor. de sodium.	5,07	5,84	5,65	5,95	6,07	2,30
Soude (Na ² O).....	1,27	1,17	1,30	1,17	0,60	1,32
Potasse (K ² O)....	0,16	0,13	0,11	0,11	1,07	0,70
Ac. phosph. (P ² O ⁵)	0,02	0,04	0,02	0,02	0,15	0,85
Phosphates terreux	0,26	0,25	0,20	0,25	1,59	0,28

Le muscle renferme des sels minéraux dans une proportion un peu plus élevée que les tissus liquides : sang et lymphhe.

On y trouve différents sels minéraux et la composition moyenne du muscle frais en matières minérales est donnée dans le deuxième tableau suivant. Le premier tableau donne la composition organique du muscle.

	Mammifères en général	Oiseaux en général	Animaux à sang froid	Homme	Bœuf	Veau	Porc	Poulet
Eau	745-783	717-773	790-805	730-745	775	782	783	773
Matières organiques.....	208-245	217-263	180-200	200-216	219	211	208	230
Matières minérales.....	9-12	10-19	10-20	»	12	13	»	»

*Matières organiques pour
1000 de muscle frais :*

Myosine	35-106	30-111	29-87	155	175	162	168	165
Substances du stroma (insolubles dans le sel marin) ..	78-161	88-184	70-121	19	22	26	24	30
Albuminoïdes solubles.....	29-30	»	13	25	110-150	80	40-90	12
Graisse (moyenne)	»	»	1 (1)	»	»	»	»	»
Corps gélatinisant par la cuisson	»	»	25	21	13	16	8	»
Créatine	2	3-3	2-3	»	»	»	»	»
Corps xanthiques.....	0,4-0,7	0,7-1,3	»	»	»	»	»	»
Acide inosique (sel de baryte)	0,1	0,1-0,3	»	»	»	»	»	»
Taurine	0,7 chev.	»	1,1	»	»	»	»	»
Inosite	0,03	»	»	»	»	»	»	»
Glycogène	4-5	»	2-5	»	»	»	»	»
Acide lactique.....	0,4-0,7	»	»	»	»	»	»	»

COMPOSITION de 1000 parties de chair musculaire

Matières minérales pour 1000 de muscle frais :

Acide phosphorique P^2O^5	3,4 -5,0
Potasse K^2O	3,0 -3,9
Soude Na^2O	0,4 -0,7
Chaux	0,9 -0,18
Magnésie	0,4 -0,43
Chlore	0,5 -0,7
Oxyde de fer.....	0,03-0,10
Soufre total dosé à l'état de sulfate...	2,200

Le tissu élastique, tissu conjonctif, renferme également une proportion de sels minéraux un peu analogue à celle du sang.

Les centres nerveux contiennent divers sels minéraux en proportions très faibles :

Le tableau suivant donne le pourcentage des sels minéraux par rapport aux divers éléments organiques.

	Substance grise ---	Substance blanche ---
Albuminoïdes et collagènes.....	10,19	7,80
Lécithines	3,16	3,14
Cérébrine	0,10	3,01
Cholestérine et graisses.....	3,44	16,64
Kératine et substances diverses...	1,23	1,07
Sels	0,26	0,18
Eau	81,62	68,25

Les sels minéraux des centres nerveux se répartissent de la façon suivante pour 1 kilo de matière fraîche (analyses de GEOGHEGAN).

	I (grise)	II (blanche)
Cl	0,42	1,06
PO ⁴	0,85	1,39
CO ²	0,25	0,33
SO ⁴	0,14	0,13
(PO ⁴) ² Fe ²	0,09	0,30
Ca	0,02	0,02
Mg	0,06	0,07
K	0,58	1,52
Na	0,45	0,78
	2,94	5,34

La peau et les phanères contiennent des sels minéraux en proportions assez importantes. Nous donnons ci-dessous les analyses de cendres de cheveux après avoir précisé que les cheveux humains contiennent 13 % d'eau environ, et laissent 6 à 7 % environ de cendres.

Notons en passant que la composition des matières minérales des cheveux varie beaucoup avec l'alimentation.

Le tableau suivant indique la composition de 100 grammes de cendres de cheveux (BAUDRIMONT).

	Cendres de cheveux			
	noirs	rouges	blonds	blancs
Sulfate de soude.....	»	18,43	33,18	22,08
Sulfate de potasse.....	56,51	7,54	8,44	1,41
Sulfate de chaux.....	»	»	»	13,58
Carbonate de chaux.....	4,62	4,03	9,96	16,18
Carbonate de magnésie....	2,89	6,20	3,36	5,01
Chlorure de sodium.....	3,31	0,94	traces	traces
Phosphate de chaux.....	15,04	10,30	9,62	20,53
Oxyde de fer (Fe ² O ³).....	8,10	9,66	4,22	8,39
Silice	6,61	42,46	30,71	12,31

Dans les glandes, il existe des proportions variables de sels minéraux. Le foie, la plus grosse glande de l'organisme, contient 1 % de matières minérales.

D'après OIDTMANN, pour 1 kilo de foie frais on trouve les chiffres suivants :

	Foie d'un homme	Foie d'un enfant
Potasse	25,23	34,72
Soude	14,51	11,27
Magnésie	0,20	0,07
Chaux	3,61	0,33
Chlore	2,58	4,21
Acide phosphorique.....	50,18	42,75
Acide sulfurique.....	0,92	0,91
Silice	0,27	0,18
Oxydes de fer.....	2,74	} 5,45
Autres oxydes métalliques (Pb, Cu, etc.)	0,16	

La rate contient également beaucoup de matières minérales. Le même auteur, OIDTMANN, en trouve de 5 à 9,5 % par rapport à l'eau et aux matières organiques.

Eau	691 à 805
Matières organiques.....	180 à 300
Matières minérales.....	5 à 9,5

La composition de ces matières minérales est fixée dans le tableau suivant :

Potasse	9,60	17,51
Soude	44,33	35,32
Magnésie	0,49	1,02
Chaux	7,48	7,30
Chlore	0,54	1,31
Acide phosphorique.....	27,10	18,97
Acide sulfurique.....	2,54	1,44
Silice	0,17	0,72
Oxyde de fer (très variable).....	7,28	5,82
Autres oxydes métalliques (Pb, Cu, etc.)....	0,14	0,10

Le thymus ne contient que 0,20 de sels minéraux %.

Le corps thyroïde contiendrait chez le chien 10,6 %. Les diverses sécrétions glandulaires renferment des matières minérales en proportion variable.

La bile renfermait par kilo de 6,30 à 10,8 gr. de matières minérales ayant la composition suivante : (le nom des auteurs placés au-dessus des colonnes indique les chiffres trouvés par eux).

	FRERICHS		JACOBSEN	YEO et HERROUN
KCl	»	»	0,28	7,17
NaCl	2,5	2,0	5,50	
CO ³ Na ²	»	»	0,95	0,51
PO ⁴ Na ³	2,0	2,5	1,30	0,15
CO ³ Ca	»	»	»	0,10
(PO ⁴) ² Ca ³	1,8	2,8	0,37	0,03
P ² O ³ Mg ²			traces	»
CaSO ⁴	0,2	0,4	»	»
PO ⁴ Fe	traces	traces	traces	»
Cendres totales.....	6,5	7,7	8,40	7,96

Le suc pancréatique renferme des matières minérales en proportions appréciables.

Voici deux tableaux qui donnent la composition et les proportions chez l'homme, le cheval et le chien.

	Chien			Cheval	Homme		
	Fistule récente	Fistule perma- nente	Fistule perma- nente	Fistule permanen- te (moyen- ne de 3 détermi- nations		Poches du canal de Wirsung	
Eau	906,8	976,8	984,6	980,4	982,5	975,9	864,0
Mat. solides	99,2	23,2	15,4	19,6	17,5	24,1	135,9
Substances organiques.	90,4	16,4	9,2	12,7	8,9	17,9	132,5
Cendres ...	8,8	6,8	1,0	6,8	8,6	6,2	3,4
	(C. SCHMIDT)			(KRÖGER)	(HOPPE- SEYLER)	(HERTER)	(DAHL)

Les cendres de 1000 p. de ce suc contiennent chez le chien :

	Fistule récente	Fistule ancienne
Carbonate de soude.....	0,58	3,31
Chlorure de sodium.....	7,35	2,50
Chlorure de potassium.....	0,02	0,93
Phosphates terreux.....	0,53	0,08
Phosphates de soude.....	»	0,01
Chaux et magnésie.....	0,32	0,01
	(C. SCHMIDT)	(KRÖGER)

Le suc gastrique a été étudié chez l'homme et chez différents animaux, et d'après SCHMIDT, un litre de suc gastrique contient :

(Le tableau suivant se rapporte au suc gastrique de l'homme, du chien et du mouton).

	Homme	Chien	Chien	Mouton
Eau	994,40	973,06	971,17	986,14
Résidu sec.....	5,60	26,94	28,83	13,86
Substances organiques...	3,19	17,13	17,34	4,05
HCl	0,20	3,34	2,34	1,23
CaCl ²	0,06	0,26	1,66	0,11
NaCl	1,46	2,50	3,15	4,37
KCl	0,55	1,12	1,07	1,52
AzH ⁺ Cl	»	0,47	0,54	0,47
(PO ⁴) ² Ca ³	0,125	1,73	2,29	1,18
(PO ⁴) ² Mg ³		0,23	0,32	0,57
PO ⁴ FeH		0,08	0,12	0,33

La salive renferme des sels minéraux en proportions relativement importantes: nous donnons ci-dessous les analyses relatives à l'homme avec les chiffres trouvés par les différents auteurs.

	Eau	Résidu sec	Sels
D'après Berzelius	992,90	7,10	1,90
» Frerichs	994,10	5,90	2,19
» Tiedemann et Gmelin.....	988,30	11,70	»
» Jacobowitsch	995,16	4,84	1,82
» Lehmann	994,06	5,94	»
» Hammerbacher	994,20	5,80	2,21
» Wright	988,10	11,90	3,40

Les salives animales ont été étudiées et ont fourni des analyses nombreuses dont nous donnons deux exemples pour la salive sous-maxillaire :

	Vache	Cheval
Eau	991,14	992,50
Matières organiques.....	3,53	4,93
Sels	5,33	2,57
Carbonates alcalins.....	0,10	»
Chlorures alcalins.....	0,02	»
Phosphates alcalins.....	0,15	»
Phosphate de chaux.....	0,06	»

(LASSAIGNE) (HOFMEISTER)

Les urines contiennent des sels minéraux que l'on connaît bien.

Nous donnons le tableau des substances minérales de l'urine normale humaine :

		Moyenne par kg. d'Urine	Moyenne correspon- dant à 24 heures	Moyenne par kg. du poids du corps d'après Parkes
Eau :				
Par kilog d'urine	956 gr. {	956 gr.	1243 gr.	23,000
Par jour	1243 gr. {	956 gr.	1243 gr.	23,000
	Chlorure de sodium...	10,50	13,65	0,0126 (Cl)
	Sulfates alcalins.....	3,10	4,03	0,030 (SO ³)
Sels minéraux :	Phosphate calcique....	0,31	0,40	0,048 P ² O ⁵
Par kg. d'urine :	— magnésique.	0,45	0,58	»
16 à 17 gr.	— alcalins....	1,43	1,86	»
Par jour :	Sels ammoniacaux....	0,70	0,91	»
20 à 21 gr.	Acide silicique.....	traces	traces	»
	— azotique.....			
	Gaz (O, CO ² , Az).....			

Divers auteurs ont comparé les humeurs, les urines, le plasma sanguin, et le sérum de la lymphe.

VOGEL et KERNER ont établi les proportions comparatives suivantes :

	Urines	Plasma du sang	Sérum de lymphe
	—	—	—
Eau	960,00	901,51	957,60
Matières albuminoïdes.....	»	81,92	32,02
Fibrine	»	8,06	»
Urée	23,30	0,15	3 à 4
Acide urique.....	0,50	»	»
Chlorure sodique.....	11,00	5,55	5,65
Acide phosphorique.....	2,30	0,19	0,02
Acide sulfurique.....	1,30	0,13	0,08
Phosphates terreux.....	0,80	0,52	0,20

CHAPITRE II

a) DOSAGE DES SELS DE CALCIUM DANS LES PRODUITS D'ELIMINATION

La principale voie d'excrétion du Calcium est constituée par le tube digestif.

Les tableaux suivants montrent les proportions qui existent entre les matières minérales dans les fèces et dans les urines.

Le deuxième tableau s'applique au cheval et au chat et permet de comparer la teneur des fèces et des urines en matières minérales.

Le troisième tableau renferme des analyses de divers aliments et des fèces correspondant à des régimes déterminés.

	Entrées	Sorties		
		Par les fèces	Par l'urine	Par la respiration et la perspiration
	gr.	gr.	gr.	gr.
Eau	17.364,7	10.725,0	1.028,0	5.611,7
Carbone	3.938,5	1.364,7	108,7	2.465,0
Hydrogène ..	446,5	179,8	11,5	255,0
Oxygène	3.209,2	1.328,8	34,1	1.846,1
Azote	139,4	77,6	37,8	24,0
Cendres	672,2	573,6	109,9	0,0
Total ...	25.770,0	14.249,5	1.330,0	10.201,8

	Eau éliminée %		Carbone éliminé %		Hydrogène éliminé %	
	Cheval	Chat	Cheval	Chat	Cheval	Chat
Excréments ...	61,8	1,2	34,6	1,2	40,3	1,1
Urines	5,9	82,9	2,7	9,5	2,5	23,2
Respiration et perspiration..	32,3	15,9	62,7	89,3	57,2	75,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Azote éliminé %		Oxygène éliminé %		Cendres %	
	Cheval	Chat	Cheval	Chat	Cheval	Chat
Excréments ...	55,7	0,2	41,4	0,2	85,7	92,9
Urines	27,1	99,1	1,0	4,1	14,3	7,1
Respiration et perspiration..	17,2	0,7	57,6	95,7	0,0	0,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Substances analysées	Eau	Matériaux solides	Carbone		Hydrogène		Oxygène		Azote		Sels	
			Matières à l'état sec	humide	Matières à l'état sec	humide	Matières à l'état sec	humide	Matières à l'état sec	humide	Matières à l'état sec	humide
Blanc d'œuf sec.....	0,00	100	54,96	»	7,15	»	21,73	»	15,80	»	0,36	»
Viande fraîche.....	75,90	24,10	51,95	12,52	7,18	1,73	21,37	5,15	14,11	3,40	5,39	1,30
Pain noir de 2 jours sans croûte	46,35	53,65	45,41	24,36	6,45	3,46	41,63	22,23	2,39	1,28	4,12	2,21
Axongé	traces	»	79,00	»	11,00	»	10,00	»	»	»	»	»
Fécule	15,79	84,21	44,20	37,22	6,66	»	26,67	»	46,67	»	»	»
Urée	»	100	20,00	»	2,38	»	28,57	»	33,33	»	»	»
Acide urique.....	»	100	35,72	»	6,70	5,69	49,10	41,35	»	»	»	»
Fèces humains exempts de sels (alimentation de vian- de)	»	»	54,70	»	»	»	»	»	12,20	»	11,90	»
Fèces humains alimentation mixte)	»	»	47,90	»	»	»	»	»	6,12	»	12,00	»
Fèces humains (alimentation grasse)	»	»	54,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Fèces de chien nourri de viande)	72,49	27,51	»	12,04	»	1,72	»	3,68	»	1,72	»	8,35

Les tableaux précédents permettent de fixer les teneurs relatives des fèces et des urines en matières minérales.

Les tableaux suivants s'appliquent à la vache et permettent de voir que le calcium est éliminé principalement par les fèces et qu'on le retrouve à doses plus importantes dans le lait que dans les urines.

Nous pourrions donner d'autres documents concernant la femme et qui montreraient des proportions analogues au point de vue de l'élimination du calcium. Ce fait de l'importante excrétion par le lait est en corrélation avec la carence calcique constatée cliniquement chez la plupart des femmes qui allaitent.

Nous donnons aussi des indications sur les répartitions de l'eau dans les urines, les fèces, le lait de la vache, dans les tableaux suivants extraits du traité de Physiologie Comparée des animaux (CÔLIN).

Silice, Acide Phosphorique, Chaux des aliments d'une vache pleine, âgée de 4 ans, pesant 600 klogs				Silice, Acide Phosphorique, Chaux des produits rendus par cette vache			
Aliments	Substances minérales contenues			Produits			Chaux
	Kil.	Gr.	Gr.	Kil.	Gr.	Gr.	
Betteraves	108	832	66,6	13,8	1711	1112,1	184,8
Paille	18	1260	651,4	24,72	123	»	34,4
Foin	30	1956	373,6	4,6	1932	»	19,3
Somme			1091,6			1112,1	233,6
			200,4			1091,6	407,7
				Sorties		136,4	
				Entrées		200,5	
				Différence pour 4			
				jours		+ 20,5	— 174,7
				Par jour		+ 5,1	— 43,5

	Poids à l'état humide	Poids à l'état sec	Matière élémentaire dans les aliments				
			Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Sels et terres
Aliments consommés par la vache en 24 heures :							
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pommes de terre.....	15.000	4.170	1.839	242	1.831	50	208
Regain de foin.....	7.500	6.315	2.974	354	2.204	152	632
Eau	60.000	»	»	»	»	»	50
Somme	82.500	10.485	4.813	596	4.035	202	890
Produits rendus par la vache en 24 heures :							
Excréments	28.413	4.000	1.712	208	1.508	92	480
Urine	8.200	961	261	25	254	37	384
Lait	8.539	1.151	628	99	321	46	55
Somme	45.152	6.112	2.601	332	2.083	175	919
Somme de la matière des aliments	82.500	10.485	4.813	596	4.035	202	890
Différence	37.348	4.373	2.212	264	1.592	27	29
Sens de la différence.....	—	—	—	—	—	—	+

Eau reçue par la Vache en 24 heures		Eau rendue par la Vache en 24 heures	
	Kg.		Kg.
Avec les pommes de terre	10,830	Avec les excréments...	24,413
Avec le regain.....	1,185	Avec l'urine.....	7,239
Bue directement.....	60,000	Avec le lait.....	7,388
Eau entrée.....	72,015	Eau sortie.....	39,040
Eau sortie		39,040	
Eau entrée		72,015	
Eau sortie par la transpiration pulmonaire et cutanée.....		32,975	

Nous donnons encore ci-après deux tableaux relatifs à l'homme adulte et en état d'équilibre nutritif.

Entrées	Eau	Carbone	Hydrogène	Azote	Oxygène	Sels	Total
Oxygène inspiré.....	»	»	»	»	744,11	»	744,11
Albuminoïdes	»	64,18	8,60	18,88	28,34	»	120,00
Graisses	»	70,20	10,26	»	9,54	»	90,00
Amidon	»	146,82	20,33	»	162,85	»	330,00
Eau	2818,00	»	»	»	»	»	2818,00
Sels	»	»	»	»	»	32,00	32,00
	2818,00	281,20	39,19	18,88	944,84	32,00	4134,11

Sorties	Eau	Carbone	Hydrogène	Azote	Oxygène	Sels	Total
Respiration	330,00	248,8	»	»	651,15	»	1229,9
Peau	660,00	2,6	»	»	7,2	»	669,8
Urine	1700,00	9,8	3,3	15,8	11,1	26,00	1766,00
Fèces	128,00	20,00	3,0	3,0	12,0	6,00	172,00
Eau formée.....	»	»	32,89	»	263,41	»	296,3
	2818,00	281,20	39,19	18,8	944,86	32,00	4134,00

Les quelques chiffres des tableaux suivants sont relatifs au cheval, au mouton et au porc, et on trouve chez ces animaux encore le même écart entre la minéralisation des fèces et des urines (COLIN, d'après les expériences de BOUSSINGAULT) :

	Poids à		Matière élémentaire dans les aliments				
	l'état humide	l'état sec	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Sels et terres
Aliments consommés par le cheval en 24 heures :							
Eau	gr. 16.000	gr. »	gr. »	gr. »	gr. »	gr. »	gr. 13
Foin	7.500	6.465	2.961	323	2.502	97	582
Avoine	2.270	1.927	977	123	707	42	77
Somme	25.770	8.392	3.938	446	3.209	139	672
Produits rendus par le cheval en 24 heures :							
Urine	1.330	302	109	14	34	38	110
Excréments	14.250	3.225	1.364	180	1.329	78	575
Somme des matières.....	15.580	3.827	1.473	191	1.363	116	685
Somme des aliments.....	25.770	8.392	3.938	446	3.209	139	672
Différence	10.190	4.565	2.465	255	1.846	23	13
Sens de la différence.....	—	—	—	—	—	—	—

	Poids à l'état humide	Poids à l'état sec	Matière élémentaire dans les aliments				
			Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Sels et terres
Aliments consommés par le mouton en 24 heures :							
Eau bue.....	gr. 1276	gr. »	gr. »	gr. »	gr. »	gr. »	gr. 51,5
Foin	887,2	767,3	355,3	39,1	303,9	14,5	54,5
Produits rendus par le mouton en 24 heures :							
Excréments	971,7	412,0	181,3	21,8	146,7	7,0	55,2
Urines	476,7	64,2	20,4	2,5	13,1	6,2	22,0
Somme des matières éli- minées	»	476,2	201,7	24,3	159,8	13,2	77,2
Somme des matières ingé- rées	»	767,3	355,3	39,1	303,9	14,5	56,1
Différence	»	»	-153,6	-14,8	-144,1	-1,3	+21,1

	Poids à l'état humide	Poids à l'état sec	Matière élémentaire dans les aliments				
			Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Sels et terres
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Pommes de terre.....	7.000	1.687	742,3	97,8	754,1	25,3	67,5
Déjections rendues par le pore en 24 heures :							
Excréments	1.300	208	57,4	8,1	48,9	9,2	84,4
Urine	3.050	63	7,6	1,0	16,3	6,9	6,2
Principes rendus.....	4.350	271	65,0	9,1	65,2	16,1	90,6
Principes reçus.....	7.000	1.687	677,3	88,7	688,9	9,2	23,1
Différence	»	»	742,3	97,8	754,1	25,3	67,5

Aliments consommés en 24 heures par un pore âgé de 9 mois pesant 60 kilos :

Les analyses que nous avons reproduites montrent que tous les auteurs sont d'accord pour retrouver le Calcium dans tous les organes et les sécrétions de l'organisme de l'homme et des animaux.

Les excréments contiennent des doses de Calcium très différentes suivant que ce sont les fèces ou les urines.

Toutes les analyses précédentes se rapportent à un état moyen de santé, d'alimentation: dans cet état, les parties les plus calcifiées sont indiscutablement les éléments durs du squelette. Dans les états pathologiques le Calcium peut se fixer en proportions considérables ailleurs que dans le squelette.

Le squelette lui-même peut se trouver atteint et être minéralisé dans des proportions considérablement diminuées; tout le métabolisme du Calcium peut, au cours de divers états morbides, se trouver plus ou moins modifié.

Divers états physiologiques momentanés s'accompagnent de modifications dans le métabolisme du calcium, tels : la grossesse, l'allaitement, etc...

Nous allons étudier maintenant les renseignements que nous donne la chimie à propos du dosage du calcium au cours d'états pathologiques et des états physiologiques momentanés.

b) LES SELS DE CALCIUM DANS CERTAINS CAS PATHOLOGIQUES

Divers états pathologiques sont concomitants soit d'éliminations anormales de sels de calcium, soit de fixations anormales de ces sels.

Dans la Tuberculose, par exemple, on sait que les parois des cavernes, des tubercules, peuvent se calcifier et présenter une proportion extrêmement importante de sels de calcium, carbonates et phosphates.

Cette fixation élective de chaux par les tissus tuberculeux peut être due, ainsi qu'on l'a supposé, à un processus de cicatrisation.

Cela peut être dû également à une précipitation anormale des sels de calcium sous l'influence du processus tuberculeux. On connaît les expériences d'inoculation du bacille de Koch à la Gerbille.

Nous reproduisons une planche d'après CALMETTE (1), pour montrer la formation des petits noyaux calcaires. A ce sujet CALMETTE écrit les lignes suivantes :

« Depuis longtemps, dit METCHNIKOFF, on a observé
« la calcification des tubercules comme moyen de guérison
« de la tuberculose de l'homme. Afin de donner une idée
« plus exacte de ce phénomène de réaction, je puis citer
« le cas de la résistance, vis-à-vis du bacille tuberculeux
« de l'organisme de la Gerbille d'Algérie (*Mériones Ssawii*).
« Ce rongeur, qui n'est pas absolument réfractaire à la tu-
« berculose, supporte cette maladie beaucoup mieux qu'un
« grand nombre de ses congénères. Des *Meriones* inoculées
« sous la peau, et même dans l'œil, avec une culture de
« bacille de la tuberculose humaine, résistent pendant de
« longs mois à cette infection.

« Lorsqu'on sacrifie des *Meriones* inoculées depuis 6 à
« 8 mois, on trouve un grand nombre de tubercules dans
« les organes abdominaux, les poumons et les ganglions. Et
« cependant, ces tubercules ne présentent pas, dans la ma-
« jorité des cas, de phénomènes de nécrose et de caséifica-
« tion.

« Le tissu tuberculeux, composé de cellules bien vivantes,
« renferme des bacilles dont la grande majorité présente
« une dégénérescence très remarquable qui mérite bien
« d'être décrite d'une façon plus détaillée.

« La rate surtout est parsemée de petits tubercules com-
« posés de cellules épithélioïdes et géantes non nécrosées.
« Les cellules tuberculeuses renferment un petit nombre de
« bacilles tuberculeux ordinaires, tandis que les cellules
« géantes contiennent des corps calcaires très caractéris-
« tiques.

(1) A. CALMETTE. — L'infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et chez les animaux (Masson, Edit. Paris).



PHAGOCYTOSE ET MODIFICATIONS SUBIES PAR LE BACILLE TUBERCULEUX
DANS LES CELLULES GEANTES DE LA GERBILLE (d'après METCHNIKOFF)

1° Une cellule géante de la rate de la gerbille; a) Bacille de Koch, b) Enveloppe du bacille. — 2° Cellule géante de la rate de la gerbille, renfermant un corps calcaire avec un bacille double. — 3° Une autre cellule géante renfermant un bacille entouré de couches concentriques. — 4° Une cellule géante avec un corps calcaire qui ne renferme que la trace du bacille b. — 5° Une autre cellule géante, dans laquelle le bacille a s'est transformé en un corps coloré en rose pâle. — 6° Une cellule géante renfermant un corps calcaire définitivement formé.

« Examinés directement sous le microscope, ils se pré-
« sentent dans la majorité des cas, sous forme de corps en 8
« très réfringents. Quelquefois, leur forme est simplement
« arrondie ou irrégulière. Sous l'influence d'acides, le sel
« calcaire (phosphate de chaux) se dissout, laissant une
« série plus ou moins nombreuse de couches concentriques
« assez minces.

« Ces corps calcaires ont la plus grande ressemblance
« avec les formations décrites par SCHUEPPEL dans les gan-
« glions scrofuleux et retrouvés par plusieurs auteurs dans
« beaucoup de cas de tuberculose ganglionnaire de
« l'homme (ZIEGLER). Mais, tandis que, chez ce dernier,
« l'origine de ces corps calcaires striés est encore complè-
« tement obscure, chez la gerbille elle peut être révélée
« avec une grande facilité. L'examen des préparations éta-
« lées, ou des coupes colorées au Ziehl, démontre aussitôt
« que ces corps calcaires révèlent un état de dégénères-
« cence des bacilles tuberculeux dans l'intérieur des cellules
« géantes du rongeur. Dans les jeunes stades, les bacilles
« se colorent d'une façon normale. Mais à côté, on rencontre
« d'autres cellules géantes dont les bacilles sont revêtus
« d'une couche assez épaisse d'une substance amorphe et
« incolore.

« Cette sécrétion devient de plus en plus abondante, de
« sorte que les bacilles se montrent entourés de plusieurs
« couches concentriques. Quelquefois on rencontre, dans le
« centre d'un corps calcaire, un bacille divisé en deux et
« dont une moitié est colorable, tandis que l'autre ne l'est
« plus. Par une série de transformations intermédiaires on
« aboutit à des bacilles décolorés dont les traces sont en-
« core représentées par un contour très marqué. Mais fina-
« lement les bacilles ne se distinguent en rien de la subs-
« tance environnante et finissent par disparaître complète-
« ment. Ce dernier stade, qui est, de beaucoup, le plus fré-
« quent, nous présente des corps calcaires stratifiés...

« La lutte des deux organismes vivants - le bacille tu-
« berculeux et la cellule géante de la gerbille — se pour-

« suit donc à l'aide de sécrétions. Le bacille se défend par
« la sécrétion des membranes cuticulaires, et probablement
« aussi par la production de toxines, tandis que la cellule
« géante secrète un dépôt calcaire à l'aide duquel elle em-
« muraille le bacille et finit par le tuer dans un très grand
« nombre de cas ».

Dans la Tuberculose, dans le Rachitisme, dans une quantité de maladies, le squelette perd une quantité plus ou moins importante de sels calcaires, devient plus ou moins poreux, perd de sa densité, et on a pu signaler des cas d'ostéoporose. Les sels de calcium, qui sont ainsi désassimilés du squelette, peuvent être éliminés par les urines, par les matières fécales et celles-ci peuvent en contenir des proportions anormales.

Albert ROBIN en a fait l'objet de nombreuses études. Il a signalé, ainsi que DAREMBERG, l'importance des pertes en phosphates et en chaux que subissent les tuberculeux en évolution. Ces pertes peuvent être établies par la mesure du coefficient de déminéralisation, c'est-à-dire par le rapport des matières minérales au résidu fixe (rapport dont la normale est de 33 à 35 %).

SERVONAT et REBATTU ont abordé la question par la voie expérimentale en choisissant le Cobaye à cause de la possibilité de calciner la totalité de l'animal et de faire porter les recherches sur le squelette d'une part, sur l'ensemble des parties molles d'autre part.

Il résulte de leurs expériences que la composition minérale de l'organisme n'est que peu modifiée par la tuberculose. Les variations portant sur l'acide phosphorique sont très irrégulières. Par contre celles qui ont trait au calcium indiquent un abaissement de la teneur en calcium des parties molles et surtout du squelette chez les cobayes tuberculeux. C'est là, le fait qui ressort le plus nettement.

Ed. DEHAUSSY a repris expérimentalement l'étude de cette question en observant les variations respectives des chlorures, des phosphates, de l'acide urique, de l'azote total

et de la chaux chez des lapins maintenus en équilibre de nutrition. En ce qui concerne la chaux, il est constant d'observer d'abord une calciurie intense. De 0 gr. 0004 à 0 gr. 0005 chez le lapin normal, l'évacuation de cette substance par voie urinaire passe à 0 gr. 0018, 0 gr. 0030, 0 gr. 0037, 0 gr. 0047 pour redescendre à 0 gr. 0029, 0 gr. 0016 puis, finalement, à 0 gr. 0020 à la mort. Dans l'ostéomalacie la composition chimique des os subit des variations importantes. Le tableau suivant est relatif à divers os ostéomalaciques.

	Fémur		Côte	Vertèbre
	O. WEBER	O. WEBER	LEHMANN	LEHMANN
			MARCHAND	
Osséine, eau et substances solubles dans l'eau.....	49,99	51,26	(1)	
Matières grasses.....	23,40	23,39	(2)	(3)
Lactate de chaux.....	0,21	»	78,38	74,24
Acide lactique libre.....	1,31	»		83,32
Phosphate de chaux.....	18,86	20,18	17,36	21,02
Carbonate de chaux.....	3,75	4,83	3,04	3,27
Phosphate de magnésie..	2,07	0,22	0,23	0,44
				0,92

(1) Avec un peu de lactate de chaux et d'acide lactique libre; (2) y compris 0,37 de sels solubles dans l'eau, lactates, etc.; (3) comprenant 0,63 des mêmes sels solubles; (4) y compris 1,98 des mêmes sels solubles.

Le Rachitisme s'accompagne de variations chimiques de la composition des os, les analyses mentionnées ci-dessous se rapportent à divers os d'un enfant (Von BIBRA) :

	Fémur	Os rachitiques						
	sain	Fémur	Tibia	Humérus	Crâne	Crâne	Tibia	Cubitus
Matières inorganiques.	65,32	20,60	33,64	18,88	51,95	52,0	40,1	58,3
» organiques...	34,68	79,40	66,36	81,12	48,05	48,0	59,9	41,7
Phosphate de Ca.....	57,54	14,78	26,94	15,60	45,5	46,2	32,0	47,8
» de Mg.....	1,03	0,80	0,81				1,0	1,2
Carbonate de Ca.....	6,02	3,00	4,88	2,66	4,3	5,7	4,0	7,4
Sels solubles.....	0,73	1,02	1,08	0,62	»	»	0,7	1,8
Fluorure de Ca.....	»	1,00	0,99		»	»	»	»
Osséine	33,86	72,20	60,14	81,12	47,6	46,5	54,1	35,6
Graisses	0,82	7,20	6,22		0,9	1,5	5,8	6,1

La Syphilis donne des gommes dont la paroi subit l'infiltration calcaire comme la paroi des cavernes tuberculeuses. Cette même maladie touchant à la paroi des artères détermine des formations athéromateuses où les plaques calcaires sont très fréquemment rencontrées au cours des autopsies ou même constatées pendant le vivant à la radiographie. Enfin, certaines formes d'infections cancéreuses déterminent fréquemment des productions d'os, c'est-à-dire calcaires, dans des tissus qui embryologiquement ne sont pas destinés à évoluer suivant ce type.

Les calculs intestinaux contiennent une forte proportion de sels calcaires :

Phosphate de chaux.....	32,5
Carbonate de chaux.....	6,2
Sels solubles.....	12,8
Matière animale.....	48,5

D'autres auteurs ont trouvé des chiffres différents :

	I	II	III	IV
Phosphate ammoniaco-magnésien.....	5	5	—	—
Phosphate de chaux.....	46	46	30	4
Sels solubles (Chlorure sodique, etc...).....	—	25	—	1
Graisses neutres et acides.....	—	—	60	74
Matière animale.....	25	4	8	21
Résidus alimentaires végétaux.....	24	20	—	—

Les calculs biliaires sont très peu souvent dotés d'une forte minéralisation, mais il n'en est pas de même pour les calculs urinaires. Les tableaux suivants ont trait aux calculs biliaires.

1) Cholestérine	62,3
Composés biliaires solubles dans l'eau.....	18,3
Matière organique (mucus) et perte.....	12,3
Biliumine	1,5
Biliprasine	0,8
Bilifuscine	0,4
Composés solubles dans les acides.....	9,1 (matière
Bilirubine	1,2 inorg.3,9)
Sels solubles	4,1

2)	Eau	4,89
	Sels	0,28
	Principes de la bile (Taurocholates).....	0,70
	Cholestérine	90,82
	Graisse saponifiable.....	2,02
	Matières colorantes de la bile.....	0,20
	Mucus	1,35
3)	Carbonate de chaux primitif.....	22,2
	Carbonate provenant de la décomposition des combinaisons calcaires organiques.....	69,4
	Sulfate de chaux.....	1,8
	Phosphate de chaux et de magnésie.....	2,9
	Phosphate de fer.....	0,9
	Silice, chlorures, alumine (traces) pertes.....	2,8

CALCULS BILIAIRES FORMES DE PRINCIPES D'ORIGINE MINÉRALE (RITTER)

Carbonate de chaux.....	64,6
Phosphate de chaux.....	12,3
Phosphate ammoniaco-magnésien.....	3,4
Cholestérine	0,4
Bilirubine et bilifuscine.....	0,6
Biliprasine	0,8
Biliumine	12,8
Matières biliaires solubles dans l'eau.....	2,3 (dont sels: 0,8)
Mucus, perte.....	2,8

Dans les calculs urinaires on peut trouver les substances suivantes :

PRINCIPES D'ORIGINE ORGANIQUE	PRINCIPES D'ORIGINE MINÉRALE
1. Acide urique.	1. Carbonate de chaux.
2. Urate d'ammoniaque.	2. » de magnésie.
3. » de chaux.	3. Silice.
4. » de potasse.	4. Oxyde de fer.
5. » de soude.	5. Phosphate de fer.
6. » de magnésie.	6. » ammoniaco - m a - gnésien.
7. Oxalate de chaux.	7. Phosphate de chaux.
8. Xanthine.	8. Chlorhydrate d'ammoniaque.
9. Benzoate d'ammoniaque.	
10. Oxalate d'ammoniaque.	
11. Cystine.	
12. Matière animale muqueuse.	

Ces diverses substances se répartissent d'une façon très différente suivant les cas. Sur 113 calculs examinés, la répartition est indiquée ci-dessous :

Acide urique pur.....	27
» » essentiellement avec des traces d'urate d'ammoniaque	12
» » avec 20 à 75 % d'urate d'ammoniaque.....	14
» » avec 20 à 75 % d'urate de magnésie.....	3
» » avec des traces d'urate de soude.....	7
» » avec 5 % d'urate de soude.....	1
» » avec des traces d'urate de potasse.....	4
» » avec 25 % de matières animales.....	1
» » avec des traces d'urate de chaux.....	15
» » avec oxalate de chaux 25 %.....	1
» » avec carbonate de chaux, 5 %.....	2
» » avec phosphate ammoniaco-magnésien, traces	6
» » avec phosphate ammoniaco-magnésien 75 %.	1
» » avec phosphate de chaux, traces.....	15
» » avec oxyde de fer, traces.....	4
Total	113

Les calculs salivaires renferment des sels minéraux avec en particulier du calcium.

COMPOSITION DES CALCULS SALIVAIRES

1) Phosphate neutre de chaux.....	0,94
Matière animale.....	0,04
Eau	0,02
2) Phosphate de chaux.....	14
Carbonate de chaux.....	5
Matière organique.....	5
3) Phosphate de chaux.....	66,70
Carbonate de chaux.....	11,30
Matière animale.....	20,00
Magnésie	) 2,00
Oxyde de fer.....	
Chlorure de sodium.....	
Sulfates	
Sulfocyanure de sodium.....	
Pertes	)

4) Phosphate de chaux.....	80
Carbonate de chaux.....	15
Matière animale.....	5

	WRIGHT			BIBRA
5) Eau et perte.....	1,3	2,3	1,7	6,3
Carbonate de chaux.....	81,3	79,4	80,7	13,9
Phosphate de chaux.....	4,1	5,0	4,2	38,2
Phosphate de magnésie....	0,0	0,0	0,0	5,1
Sels solubles.....	6,2	4,8	5,1	38,1
Matière animale.....	7,1	8,5	8,3	

COMPOSITION DES CALCULS SALIVAIRES

6) Eau et oxyde de fer.....	2
Phosphate de chaux.....	55
Phosphate de magnésie.....	1
Carbonate de chaux.....	15
Matière animale.....	25
Perte	2

En résumé, ce court exposé montre que le métabolisme des sels de calcium présente des anomalies importantes au cours de divers états morbides, soit par leur fixation anormale en certains points de l'organisme, soit par leur élimination anormale par les émonctoires naturels.

CHAPITRE III

NECESSITE D'UN APPORT REGULIER DE SELS DE CALCIUM DANS L'ECONOMIE DE L'ORGANISME HUMAIN

A côté de ces états pathologiques, nous notons des états physiologiques momentanés, tels que la grossesse, l'allaitement, des périodes de croissance anormalement rapides chez l'adolescent.

Durant la grossesse, les besoins de l'organisme maternel sont évidemment accrus du fait de la croissance rapide des tissus placentaires et fœtaux.

MICHEL (Compte rendu de la Société de Biologie 1899, n° 51, page 422) a étudié la calcification du fœtus humain, et il a constaté que c'est surtout pendant les derniers mois de la gestation, que les besoins en calcium deviennent importants.

Il semble résulter des chiffres publiés par cet auteur, que c'est au cours des deux derniers mois que le fœtus humain fixe en moyenne 50 centigrammes de calcium par jour, et, fait important à signaler, l'ingestion d'un excès de calcium peut déterminer une ossification précoce du crâne du fœtus et provoquer un accroissement pondéral exagéré de l'enfant. Ces faits ont été signalés par VIGNES dans le « Progrès Médical » 1928.

Divers auteurs, tels que BAR et DAUNAY, ont montré que, chez le chien, l'excrétion calcique rénale et intestinale était exagérée pendant la gestation. TOVÉRUP a insisté beaucoup sur la décalcification des os et des dents et plus spécialement des molaires, au cours de cette période.

D'autres auteurs, STEENBOCK, VIGNES et COISSET ont montré par toute une série d'analyses chimiques, portant sur les cendres d'animaux entiers, cobayes et rats, qu'il y avait utilisation des réserves calciques du squelette pour fournir l'appoint nécessaire à l'ossification du squelette du fœtus.

Ces besoins exagérés en calcium, durant la période de gestation, sont à rapprocher des besoins considérables qui existent pendant la période de lactation. HART et ses collaborateurs ont mis en évidence, pour la vache et la chèvre, la difficulté d'obtenir un équilibre calcique pendant qu'elles allaitent.

Il en est de même pour la femme : le nourrisson emprunte à la mère, par son lait, 8 centigrammes de calcium par jour dès sa naissance; puis ce chiffre s'élève progressivement et atteint aux environs du cinquième mois 30 centigrammes par jour.

Nous donnons ci-dessous quelques analyses relatives à divers laits normaux, tant de femmes que de quelques animaux (extraites des Leçons de Chimie, d'A. GAUTIER) :

CENDRES POUR MILLE

Lait de femme.....	1 gr. 36 à 6 gr. 0
Lait de vache.....	3,0 à 9,0
Lait d'ânesse.....	5,0
Lait de chèvre.....	5,6
Lait de brebis.....	7,0

Cendres ‰	Femme		Vache	
Chlorure de sodium.....	»	1,35	0,81	0,46
» de potassium...	0,70	0,41	3,41	0,99
Phosphate de chaux.....	2,50	3,95	3,87	3,46
» de soude.....	0,40	traces	»	»
» de magnésie..	0,50	0,27	0,87	0,66
» de fer.....	0,01	traces	traces	0,25
Carbonate de soude.....	»	»	»	0,67
Soude (en excès à l'état de lactate ou de caséinate).	0,30	»	»	»
Sulfate et silicate de potasse	»	»	»	0,79
Fluorure de calcium.....	»	traces	traces	»
Total des cendres par litre.....	4,41	5,98	8,96	7,28
	(SCHWENTZ)	(FILHOL et JOLY)	(MARCHAND)	

Les variations de composition du lait, dans divers états pathologiques, sont aussi importantes et même quelquefois plus que les variations de compositions chimiques des urines.

Nous donnons ci-dessous un tableau qui montre l'augmentation énorme des sels minéraux dans le lait, au cours des maladies chroniques (BECQUEREL et VERNOIS) :

	Etat physiologique moyen	Pleurésie aiguë	Courbature, fièvre	Métopéritonite	Fièvre typhoïde	Maladies aiguës en général	Maladies chroniques en général
Eau	889,1	888,9	880,3	885,1	924,3	884,9	885,8
Sucre	43,1	32,9	32,1	30,1	31,5	33,1	43,4
Caséine et matières extractives	39,2	42,9	47,7	48,8	32,9	50,4	37,1
Beurre	26,7	54,1	38,9	35,0	9,1	29,9	32,6
Sels (par incinération)	1,38	1,4	6,9	1,48	2,2	7,5	15,0

Pendant la période de croissance des animaux, il y a des besoins extrêmement importants de l'organisme et cela d'autant plus que la croissance est plus rapide.

Ce fait est en relation avec les teneurs du lait en calcium pour les diverses espèces considérées. Raoul Lecoq, dans son livre « Les Aliments et la Vie », écrit :

« Un moyen très simple de mettre en évidence l'importance du calcium et du phosphore dans le développement des individus, consiste à rapprocher la teneur en ces substances des divers laits, de la rapidité que ces laits confèrent aux animaux pour doubler leur poids de naissance. On voit que le nombre de jours nécessaires est d'autant plus grand que la teneur du lait en calcium et phosphore est plus faible ».

	Nombre de jours nécessaire pour doubler le poids initial	Cendres %	Ca %	P. %
Homme	180	0,2	0,02	0,02
Cheval	60	0,4	0,09	0,06
Vache	47	0,7	0,12	0,09
Porc	14	0,8	0,18	0,14
Lapin	6	2,5	0,65	0,43

Chez l'homme, en admettant qu'il ait terminé sa croissance à 18 ans, il faut en moyenne que l'organisme humain assimile 15 centigrammes de calcium par jour et cela rien que pour assurer l'édification de son squelette.

SHERMAN a reconnu qu'il fallait donner aux enfants de 3 à 13 ans, des doses de calcium comprises entre 0,65 grammes et 1,02 grammes et il a admis qu'en moyenne, pour les collectivités, il convient de donner 1 gramme de calcium par tête et par jour. Notons en passant, que le besoin journalier de phosphore apparaît comme très voisin.

Le même auteur admet qu'il faut compter 0,96 gramme de phosphore par tête et par jour.

Numéros des veaux	Poids du veau à la naissance	Poids à 8 jours	Augmen- tation de poids en 7 jours	Augmen- tation par jour	Poids du veau à 18 jours	Augmen- tation de poids pendant les 10 jours	Augmen- tation par jour	Augmen- tation en 17 jours	Augmen- tation par jour déduite de l'ac- croisse- ment total
	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
1	32	41,25	9,25	1,16	52,75	11,50	1,28	20,75	1,22
2	38	49,75	11,75	1,47	57,25	7,50	0,83	19,25	1,13
3	36,75	49,00	12,25	1,53	58,25	11,25	1,25	21,50	1,25
Nombre moy.	35,58	46,67	11,08	1,39	56,08	10,08	1,12	20,50	1,20

La castration des animaux favorise la rétention du calcium dans les tissus et diminue la calcémie.

L'ovariotomie stimule le développement des jeunes rats et l'accroissement du squelette. Enfin, au cours de la gestation il n'est pas rare de voir se produire un ramollissement osseux important, l'ostéomalacie, pendant que le taux du calcium dans le sang augmente considérablement.

CHAPITRE IV

TENEUR EN CALCIUM DES ALIMENTS USUELS

Les aliments que nous ingérons habituellement contiennent des complexes minéraux à dose très variable, le poids de ces éléments minéraux étant rapporté à 100 grammes de ces aliments. Ces sels minéraux sont également très variables dans leur composition; comme pour les tissus de l'organisme, à côté du calcium on trouve une foule de métaux et de métalloïdes qui sont à doses pondérables ou bien à doses infinitésimales.

Nous ne nous occuperons que du calcium et nous donnons ci-après quelques chiffres relatifs aux teneurs en calcium pour quelques aliments d'origine animale.

QUANTITE DE Ca POUR 100 GRAMMES DE SUBSTANCES :

Bœuf (cœur de).....	0,012
Bœuf (cervelle de).....	0,006
Bœuf (muscles de).....	0,005
Bœuf (conserves)	0,018
Veau (viande de).....	0,014
Œuf de poule entier.....	0,043
» blanc	0,015
» jaune	0,137
Poisson (moyenne).....	0,022
Huitres	0,052

Les divers légumes secs et verts, les fruits secs et frais contiennent également du calcium à doses plus ou moins importantes.

QUANTITE DE Ca POUR 100 GRAMMES DE SUBSTANCES :

Haricots secs.....	0,160
Lentilles	0,107
Pois	0,084
Haricots verts.....	0,068
Asperges	0,025
Chou	0,045
Chou-fleur	0,123
Epinards	0,067
Laitue	0,043
Oignons	0,034
Céleri	0,078
Carotte	0,056
Châtaignes	0,034
Amandes	0,239
Noisettes	0,287
Noix	0,089
Cerises	0,019
Dattes	0,065
Oranges	0,045
Pêches	0,016
Poires	0,015
Raisins	0,019
Tomates	0,011

Les boissons contiennent des doses notablement moindres de calcium que les aliments précités.

QUANTITE DE Ca POUR 100 GRAMMES DE SUBSTANCES :

Vin	0,009
Bière	0,004
Cidre	0,008

Enfin les laits et leurs dérivés renferment également des sels minéraux. Nous donnons dans un tableau suivant la composition des cendres de divers laits, dont certains ne sont consommés que rarement par l'homme (PAGÈS).

QUANTITE DE Ca POUR 100 GRAMMES DE SUBSTANCES :

Lait humain.....	0,034
Lait de vache.....	0,113
Fromage de gruyère.....	0,353
Beurre	0,015

	Femme	Anesse	Junient	Vache		Chèvre		Chamelle	Brebis	Chienne
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chlore ..	0,5	0,3	3,0	1,3	0,9	1,5	2,0	3,0	0,9	1,4
PO ⁴ H ³ ...	0,3	1,2	0,8	1,4	2,5	2,0	2,2	1,5	3,7	4,2
Chaux ...	0,2	1,5	0,6	1,2	2,0	1,9	2,0	1,7	3,0	4,0
Potasse ...	0,8	0,3	0,3	2,5	2,0	1,9	3,0	3,0	1,6	1,4
Soude ...	0,6	0,9	2,0	0,5	0,9	0,5	0,5	1,0	0,6	0,7

CHAPITRE V

ARCHITECTURE PHYSICO-CHIMIQUE DES SELS DE CALCIUM

Dans tout ce que nous avons dit précédemment, il s'agit de définir ce qu'on entend par *sels de calcium*.

Les sels de calcium sont définis au sens chimique du mot, c'est-à-dire qu'ils donnent les réactions par voie humide bien connues :

Formation d'un précipité blanc gélatineux par les carbonates alcalins ($\text{CO}^{\circ}\text{Ca}$).

Précipitations à partir des solutions par l'oxalate d'ammoniaque; précipité blanc, soluble dans les acides minéraux dilués.

Précipitations par l'acide sulfurique ou les sulfates solubles d'un sulfate de calcium, soluble à chaud seulement dans les acides minéraux suffisamment concentrés.

Ils sont par ailleurs définis par les réactions par voie sèche :

Couleur orangée à la flamme du chalumeau.

Longueur d'onde des bandes spectrales d'émission.

Cela étant posé, et si nous essayons de voir sous quelle forme existent les sels de calcium, nous sommes obligés de reconnaître qu'il règne la plus grande confusion.

L'architecture moléculaire, l'architecture physico-chimique des composés calciques, n'est pas connue. Au niveau des dents elle n'est pas plus connue.

A propos de la structure physico-chimique des sels de calcium dans l'organisme, on trouve, sous la signature de LECOQ dans son *Traité « Les Aliments et la Vie »* :

« Dans le squelette, on trouve le calcium à l'état de précipité inactif, spécialement sous forme de phosphate 85 % et de carbonate 12 %. Le calcium des organes et des humeurs est (sauf exception pathologique) sous forme soluble biologiquement active. On le trouve sous l'aspect d'ions libres 20 %, de sels non dissociés (phosphates et bicarbonates) 45 %, de calcium non diffusible 35 %; ce dernier se trouvant à l'état de combinaisons protéiniques, colloïdales ».

Ces lignes résument les connaissances que l'on possède sur le calcium des organismes.

On ne sait pas sous quelle forme le calcium existe dans les humeurs et on ne connaît pas le mode de fixation du calcium dans les parties dures, pas plus qu'on ne peut avoir une idée des réactions chimiques qui se produisent au sein des tissus pathologiques et qui provoquent une fixation et une élimination anormales.

L'architecture physico-chimique du calcium dans les aliments végétaux n'est pas plus connue et on conçoit les difficultés expérimentales considérables auxquelles se sont heurtés les différents auteurs, quand on se rappelle ce que nous avons vu dans les chapitres précédents, à savoir que la principale voie d'évacuation des matières minérales et du calcium est le bol fécal. Ce bol fécal renferme, même pendant l'inanition de l'animal, des doses extrêmement importantes de sels minéraux et de calcium.

VOÏT, en expérimentant sur un chien en plein état d'inanition, a trouvé que ce chien éliminait pour 1,88 gramme de matières fécales, 0,36 gramme de cendres dont les 2/3 étaient formés par la chaux. D'autres auteurs ont fait également les mêmes constatations et les tableaux d'analyses

que nous avons reproduits quelques pages plus haut, feraient presque penser à une expulsion directe des matières calcaires avant leur absorption.

Les données chimiques, pour résoudre le problème du calcium, sont donc insuffisantes, car en effet :

1° Nous ne connaissons pas exactement l'architecture physico-chimique du calcium dans les tissus mous et les humeurs.

2° Nous ne connaissons que très imparfaitement l'architecture physico-chimique, même dans les os.

3° Nous ne connaissons pas l'architecture physico-chimique dans les aliments végétaux.

4° L'écueil auquel on se heurte en voulant faire de l'expérimentation et savoir si tel ou tel sel de calcium est assimilable, c'est l'élimination continuelle, malgré l'inanition, de calcium par la voie intestinale.

L'existence du calcium dans les divers organes, dans les divers aliments, est fixée cependant d'une façon précise par la chimie; cette méthode d'investigation a permis de fixer les quantités de calcium qui sont éliminées et, d'autre part, les quantités nécessaires à divers stades physiologiques des individus.

Les données insuffisantes de la chimie ont été utilisées en chimiothérapie, avec des résultats partiels plus ou moins concluants, mais tous ces essais n'ont pas permis de fixer la formule chimique des sels de Calcium assimilables par l'homme.

WRIGHT (1894) a montré que l'administration « per os » de sels de chaux peut augmenter la coagulabilité du sang chez l'homme normal et chez l'hémophile. (Traité du Sang, GILBERT et WEINBERG).

CALMETTE écrit :

« Jusqu'à présent, les essais de chimiothérapie ont été « tentés un peu au hasard, soit par des phthisiologues, d'em-
« blée sur des malades tuberculeux, soit comme des coups
« de sonde, par quelques expérimentateurs sur les animaux
« de laboratoire.

« L'observation si fréquente chez l'homme, chez les bovi-
 « dés et même chez les petits animaux de laboratoire, du
 « phénomène de calcification des tubercules d'une part, et
 « d'autre part le fait signalé par Albert ROBIN, DAREMBERG,
 « Ed. DEHAUSSY, que les tuberculeux en évolution subissent
 « des pertes importantes en chaux, principalement par cal-
 « ciurie, devaient inciter les médecins à utiliser les sels de
 « calcium dans la thérapeutique de la tuberculose. C'est ce
 « que font depuis longtemps tous les phthisiologues qui adop-
 « tèrent avec empressement la méthode dite de « recalcifi-
 « cation » de FERRIER avec toutes sortes de variantes et dans
 « beaucoup de cas avec un succès apparent. Il n'est cepen-
 « dant pas douteux qu'expérimentalement cette méthode ne
 « donne aucun résultat.

« RÉNON croyait avoir obtenu des effets favorables sur les
 « malades en utilisant, au lieu de carbonate ou de phos-
 « phate qui sont parfois mal supportés, le tannate ou l'albu-
 « minate de calcium.

« On a proposé de traiter les tuberculeux pulmonaires
 « par des injections intraveineuses de solutions à 3 % de
 « chlorure de calcium pur, filtré, stérile, récemment pré-
 « paré.

« L. BLUM a préconisé l'emploi du chlorure de calcium à
 « haute dose dans le traitement des affections des séreuses,
 « en particulier des pleurésies séro-fibrineuses. KRUMMEN-
 « CHER l'a administré dans ces dernières localisations par
 « voie veineuse et digestive.

« Les résultats seraient très encourageants à la fois sur la
 « résorption de l'épanchement et sur la fièvre.

« Des ulcérations tuberculeuses intestinales auraient été
 « guéries par E.-H. ROBERTS au moyen d'injections intra-
 « veineuses de 5 centigrammes d'une solution de chlorure
 « de calcium à 5 %.

« Récemment COUTIÈRE rappelant cette constatation
 « maintes fois faite, que les ouvriers qui travaillent dans les
 « fours à chaux sont rarement phthisiques, n'hésitait pas à
 « préconiser les inhalations d'une atmosphère chaude et

« sèche, saturée de poussières de chaux vive et d'anhydride carbonique.

« STRAHLMANN recommande des inhalations d'une poudre de sulfate de chaux-silicium, et B. FUJIMOTO de carbonate de chaux.

« En Angleterre, Edward E. PREST, au sanatorium d'Ayr-shire, se déclare satisfait de l'emploi d'une préparation de calcium dit « colloïdal » en injections hypodermiques ». (CALMETTE, l'Infection Bacillaire.)

Nous avons vu dans les lignes précédentes que l'architecture physico-chimique des parties dures du squelette n'est pas connue. Dans l'étude que nous avons faite au sujet de l'architecture physico-chimique et moléculaire des sels calciques dans les organes mous, et dans les liquides organiques doués de pouvoir diastasique, nous avons constaté qu'il était impossible avec les connaissances chimiques actuelles d'entrevoir sous quelle forme et quelles combinaisons les sels calciques circulaient dans l'organisme et intervenaient dans les divers rôles qu'ils semblent jouer.

Les physiologistes nous apprennent le rôle extrêmement important des sels calcaires dans toute une série de phénomènes tels que la coagulation du sang, la digestion, la contractilité, etc...

Le rôle des sels de Calcium paraît, vu du Laboratoire, comme extrêmement important.

La clinique médicale nous apprend, sans nous en donner d'ailleurs le mécanisme, qu'il y a toute une série d'états morbides qui sont l'aboutissement de déficiences en sels calciques.

La clinique vétérinaire connaît également très bien divers états morbides provoqués chez les animaux.

Si l'on fait appel encore aux données du laboratoire à propos des ingesta et des excréta, on arrive à constater que les besoins journaliers en Calcium sont beaucoup plus élevés que l'on aurait pu le supposer au premier abord.

Il semble que là, dans la profondeur de l'organisme, dans

les mystérieuses réactions qui se produisent, les sels de Calcium passent par divers états qui ne sont pas réversibles, et qu'il faut tous les jours du Calcium à l'état frais qui remplace celui qui a été utilisé et destiné à être éliminé.

Les besoins en Calcium de l'organisme ne peuvent pas être satisfaits indifféremment par les diverses combinaisons du Calcium.

Et, en effet, si on connaît les carences calciques, on a pu décrire des troubles déterminés par telle ou telle suralimentation intempestive en Calcium sous diverses combinaisons. (Handbüch der Inneren Sekretionen : Article « Goître », par EGGENBERG).

Les chimistes nous ont montré que là où le Calcium agit, se fixe, ou détermine des phénomènes vitaux, se trouvent en même temps des acides aminés, du sucre et du soufre.

Nous ne savons rien de plus sur les réactions de ces divers corps entre eux et avec le calcium, mais leur présence est indiscutée et on verra plus loin l'intérêt de cette observation.

CHAPITRE VI

ROLE DES SELS DE CALCIUM DANS L'ACTIVITE DIASTASIQUE

Les Physiologistes ont établi par de multiples expériences le rôle important des sels de Calcium dans une quantité de phénomènes, en particulier les actions diastasiques.

Le rôle du Calcium dans la coagulation sanguine a été étudié depuis longtemps.

« On sait, depuis les travaux d'ARTHUS (1890), que le Calcium est nécessaire à la coagulation du sang. Si on mélange rapidement et intimement le sang au sortir d'un vaisseau avec une quantité suffisante d'un oxalate (1,5 ‰ d'oxalate de sodium), ou d'un fluorure alcalin (3 ‰ de fluorure de sodium), le mélange restera complètement fluide. Ces substances et d'autres comme les savons alcalins, précipitent les sels de chaux dissous dans le plasma. Elles suppriment la coagulation grâce à cette propriété commune d'insolubiliser les sels de chaux. Il faut ranger à côté d'elles les citrates alcalins qui (à la concentration de 4 ‰ de citrate sodique), sont également anticoagulants, sans insolubiliser cependant les sels de chaux. SABBATABI (1900) a émis l'opinion très fondée que le citrate doit son action suspensive à sa propriété de diminuer l'ionisation des sels de chaux. Le Calcium

« serait donc bien nécessaire à la formation de la fibrine, « mais seulement à l'état d'ion ». (GILBERT et WEINBERG, Traité du sang.)

On connaît bien par ailleurs la contre-épreuve qui consiste à rajouter au sang oxalaté et incoagulable une petite quantité d'un sel de chaux soluble (chlorure par exemple), après quoi le sang reprend son pouvoir de coagulation.

Il faut néanmoins noter que si les sels de calcium sont indispensables à la coagulation, il existe une proportion optima en deçà et au delà de laquelle le phénomène est entravé.

« Pour le chlorure de Calcium, elle s'étend de 1 à 3 ‰.
« Passé 5 ‰, le chlorure calcique anhydre est déjà nettement anticoagulant. Passé 2 ‰, il empêche toute coagulation ».

CHAPITRE VII

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DES INSUFFISANCES DE CALCIUM ALIMENTAIRE ET DES EXCEDENTS DES SELS DE CE METAL

Depuis longtemps les auteurs connaissent les effets du manque de calcium dans les aliments; chez l'homme, on sait que dans les pays granitiques où les eaux et les végétaux sont pauvres en calcaire, il se produit toute une série de manifestations décrites depuis fort longtemps. Il y a des troubles digestifs, des retards d'ossification, des caries dentaires abondantes.

Chez les animaux, il est de connaissance courante que les poules privées de calcaire, font des troubles de l'ossification, et pondent des œufs à coquille très mince ou même inexistante.

MILNE-EDWARDS et WEISKE ont démontré qu'en établissant une carence calcaire chez la jeune tourterelle, on déterminait de la diarrhée, de l'amaigrissement, et bien que les os aient perdu légèrement de leur poids, ils n'ont pas perdu leur composition.

WOIT, ROLOFF, HUSS, SEEMAN, ont constaté que lorsque le régime alimentaire est trop pauvre en calcaire, les fonctions digestives s'accomplissent mal et que la digestion des aliments et leur absorption se fait d'autant moins.

Le rachitisme, l'ostéomalacie, etc..., toute une série d'états morbides, ont été rapportés à juste titre par une foule d'auteurs soit à des carences calciques, soit à des variations de proportions entre les sels de calcium et les autres matières minérales.

En face des carences calciques, il existe toute une série de troubles dus à une absorption trop grande de sels calcaires.

L'exemple typique des indispositions causées par le calcium est le fait bien connu des hygiénistes : on sait que les eaux calcaires sont extrêmement lourdes à digérer. Ce qui complique l'étude de l'action physiologique du radical Ca, c'est que l'action du calcium ne peut pas être étudiée isolément. Les divers sels calcaires ont une action physiologique qui dépend des autres corps associés au calcium, et, pour arriver à faire une étude analytique de toutes les expériences qui ont été faites cela dépasserait singulièrement le cadre de cette modeste étude.

C'est seulement avec ce travail analytique complet que l'on peut arriver à schématiser l'action de l'ion calcium.

CHAPITRE VIII

BIOLOGIE DES SELS DE CALCIUM MOYENS UTILISES PAR LES ANIMAUX POUR PALLIER LES CARENCEs CALCIQUES ET CONCLUSIONS A TIRER DE CETTE OBSERVATION

Si on quitte le laboratoire et la clinique vétérinaire et humaine et que l'on regarde vivre les animaux et les plantes, on constate que certaines plantes ne peuvent assimiler des sels calcaires sous la forme minérale.

Par contre, on constate que des poules avec un régime alimentaire extrêmement pauvre en sels de Ca peuvent pallier les carences alimentaires en ingérant de petits cailloux des divers sels de Ca que l'on rencontre dans la nature.

Pour l'azote, il en est de même que pour le calcium. Certaines plantes parasites ne peuvent assimiler l'azote minéral, tandis que les ruminants sont capables d'assimiler une certaine proportion d'azote sous forme de sels ammoniacaux.

Le fait qu'une substance déterminée contient de l'azote, ou bien du calcium, ne signifie pas du tout que ces corps simples puissent être assimilés d'une façon générale par tous les êtres vivants, ou bien par divers grands groupes de ceux-ci. Bien plus, ce fait que le calcium, que l'azote,

peuvent être assimilés par une espèce donnée, ne prouve pas du tout que les mêmes corps simples, sous la même forme, puissent être utilisés par une espèce cependant très voisine. Et, même nous pourrions ajouter que, d'expériences récentes, il semble résulter que le calcium capable de se fixer dans le squelette, n'est pas le même que le calcium des organes mous et des liquides organiques. Pour ces deux calcium, il semble que l'architecture physico-chimique des dérivés de ce métal dans les aliments soit essentiellement différente.

Une foule d'expériences ont été faites sur les animaux, qui conduisent à des résultats assez discordants. En effet, les auteurs se sont adressés indifféremment aux animaux les plus divers et cette hétérogénéité dans le choix des espèces animales explique que des auteurs aient considéré le carbonate de calcium comme assimilable. D'autres auteurs, expérimentant sur d'autres espèces, ont déclaré, à juste titre, que le carbonate de calcium n'était pas assimilable.

Il en a été de même pour le phosphate de chaux.

Une série de tentatives thérapeutiques ont permis d'étudier des complexes calciques nouveaux. Les expériences ont pu être très concluantes chez le rat et la souris, mais en passant à l'homme, les espoirs se sont trouvés vite déçus.

Si l'on se reporte à l'étude du mode de vie des animaux, on constate toute une série de phénomènes bien connus des éleveurs et qui n'ont pas suffisamment attiré l'attention des scientifiques.

La poule, en particulier, est intéressante à étudier et l'on peut voir comment il est pour ainsi dire impossible de déterminer une carence calcique chez la poule tant qu'elle a à sa disposition un mélange de petits cailloux de composition variée.

Le porc est non moins caractéristique; si l'alimentation qui est distribuée équilibre parfaitement les besoins organiques, le porc, laissé en liberté, folâtre et se livre à sa gourmandise; tandis que si les aliments ne lui apportent

pas tous les éléments nécessaires, il trouve, en mangeant du bois, de la terre, etc., — denrées qu'il ne consomme pas habituellement — le moyen de pallier aux déficiences.

Le chien se trouve exactement dans les mêmes conditions, et toutes les perversions du goût que l'on constate chez celui-ci proviennent de carences alimentaires, et cet animal, en mangeant les produits les plus hétéroclites, arrive à pallier, dans une certaine mesure, les carences que l'homme lui impose.

On voit que, pour les espèces animales précitées, le problème du calcium assimilable n'est pas le même que pour l'homme ou un omnivore.

Un fait est patent : c'est qu'il n'est pas coutume de constater des caries dentaires ou du rachitisme chez le carnivore, chez le chien, chez le porc, à condition que ceux-ci aient des débris de viande mélangés à une quantité abondante de détritux osseux.

La carie dentaire n'est jamais vue chez les chiens de la campagne qui vivent librement, peuvent sortir et trouver, dans tous les déchets, des compléments indispensables à leur alimentation.

On peut même voir chez le loup, chez le chien, des usures partielles des dents, quelquefois même très poussées et cela sans aucune carie. Malgré l'usure, les dents restent franchement blanches, il n'y a aucune altération de la couleur et ce fait est en relation avec une alimentation importante en détritux osseux et cartilagineux.

Le problème du calcium assimilable, ainsi qu'on l'a vu avec les données de la chimie, ne paraît pas facilement réalisable, mais d'autre part, si l'on tient compte des multiples faits que l'observation journalière de la vie des animaux nous apprend, il semble que l'on ne puisse considérer isolément le problème du calcium, mais que l'on doive faire comme le chien ou le loup, manger des quantités suffisantes de cartilages et d'os. Cela revient à dire, en nous reportant aux tableaux précédents, qu'il faudrait absorber des composés organiques de calcium, dont l'architecture

physico-chimique est transformée le minimum possible ou même pas du tout. La nature ne nous a pas doté d'un système dentaire suffisant pour casser les os et les cartilages, les broyer finement, pour que notre tube digestif puisse arriver à en tirer parti. Nous avons vu que les cartilages n'ont pas les mêmes teneurs minérales que les os. En outre, dans les os il existe, indépendamment du calcium, toute une série de sels minéraux dont on ne connaît pas les relations entre eux et le calcium, et on connaît encore moins les relations entre les albuminoïdes et le calcium des organes mous et des liquides organiques.

Le résultat de l'observation journalière, c'est que des porcs, des chiens, des loups, des carnivores, ne présentent aucun phénomène de carence calcique si on leur donne à volonté des débris osseux et cartilagineux. Des expériences de laboratoire ont été entreprises depuis des années pour essayer de mettre au point la question du rôle du calcaire dans l'organisme et en particulier chez l'homme.

Et l'on tenta de fournir à l'homme les mêmes débris osseux et cartilagineux qui donnent de si bons résultats aux animaux.

Mais il fallait rendre ces débris assimilables.

CHAPITRE IX

PREPARATION AYANT POUR BUT DE FOURNIR DES SELS DE CALCIUM ASSIMILABLES

Pour rendre assimilables à l'homme l'os et le cartilage d'animaux normaux, en parfaite santé, on commença par les traiter aussitôt après prélèvement, puis ces poudres désalbuminées furent séchées à basse température.

Les prélèvements d'éléments osseux et cartilagineux ont été effectués, aussitôt après l'abatage, sur des animaux sains, jeunes, non carencés; le traitement de ces parties osseuses et cartilagineuses fut opéré à froid, et après enlèvement des matières organiques, le broyage des résidus minéraux proprement dits, fut effectué à basse température, lentement, en évitant soigneusement tout échauffement, nuisible à la bonne conservation de la poudre.

Administrées à l'animal, elles donnèrent les mêmes résultats que les débris d'os et de cartilage dont celui-ci se nourrissait précédemment.

Enfin l'analyse de ces poudres permet d'y retrouver les acides aminés, le soufre et le sucre dont la présence, ainsi que nous l'indiquions précédemment accompagne toujours les phénomènes où le calcium a un rôle à jouer.

CHAPITRE X

OBSERVATIONS, A L'AIDE DE CES PREPARATIONS, SUR LE ROLE DES INFECTIONS INTESTINALES DANS L'ASSIMILATION DU CALCIUM

Depuis fort longtemps, divers auteurs avaient établi une relation entre les caries dentaires et certaines infections intestinales, en particulier les verminoses.

Plus récemment, EGGENBERG, FOLLEY, ont étudié la carie dentaire dans ses rapports avec le goître endémique. Et d'autres auteurs ont étudié la répartition géographique de la carie dentaire par rapport à la répartition du cancer. Il y a, de fait, une corrélation très troublante entre la répartition des caries dentaires et certaines affections chroniques.

Dans certaines régions, indépendamment des carences iodées, bromées, arsenicales, il existait corrélativement des carences calciques non moins importantes. Mais, dans d'autres régions où il n'y avait pas de carences calciques alimentaires, on trouvait une répartition identique des diverses affections précitées. Les carences ci-dessus donnaient bien un habitus pathologique particulier, mais on trouvait les mêmes relations entre carie dentaire, goître, cancer.

Il semble donc que tout se passait comme si le calcium et les autres métalloïdes ou métaux ne pouvaient être utilisés et assimilés par les organismes humains. En serrant de plus

près la question, divers auteurs ont pu mettre en évidence le rôle de certaines infections intestinales dans l'assimilation de divers complexes minéraux.

En expérimentant sur des animaux, on a pu constater les faits suivants : il semble que pour une infection intestinale déterminée il y ait une quantité de calcium immobilisée par les parasites micro ou macroscopiques, et que si le calcium ingéré dépasse cette dose limite, l'excédent peut être absorbé par l'organisme animal.

Les animaux en expérience avec une alimentation identique pour les témoins, ont présenté toute une série de troubles caractéristiques des carences calciques, troubles variables d'après les infections intestinales provoquées. Les animaux témoins, sans infection intestinale, ne présentaient aucun trouble de carence calcique. En administrant aux animaux de la poudre de cartilages et os préparée à froid, on a pu constater que les carences calciques disparaissaient très rapidement.

CHAPITRE XI

RESULTATS OBTENUS PAR L'ADMINISTRATION DE CES PREPARATIONS DANS DES CAS DE RETARD A LA POUSSE DENTAIRE CHEZ LE NOURRISSON, DE CARIE DENTAIRE CHEZ L'ADULTE, DE FRACTURE CHEZ LE VIEILLARD. EFFET SUR L'ETAT GENERAL

Des expériences faites sur le nourrisson ont donné des résultats curieux qui méritent d'être étudiés plus complètement.

Cette poudre de Cartilages et d'os préparée à froid a été expérimentée sur l'homme dans les conditions suivantes : pour arriver à déterminer la relation de cause à effet, il est indispensable qu'il s'écoule très peu de temps entre l'administration d'un médicament et l'action thérapeutique recherchée, et c'est en partant de cette idée que l'expérimentation sur le nourrisson a été choisie : le poids d'un nourrisson est faible, quelques kilogs, le poids de son squelette est encore plus petit, quelques centaines de grammes, et par conséquent la pousse des premières dents doit être influencée rapidement par un calcium assimilable.

Le Docteur CHAGNIOT a publié récemment une note sur « l'Apparition des premières dents chez les nourrissons dans les régions vosgiennes et le traitement des retards de

dentition ». Il écrit les lignes suivantes et il insiste sur la difficulté de réaliser l'équilibre minéral et en particulier calcique chez tous nos contemporains :

« L'apparition des premières dents des nourrissons se fait normalement au sixième mois, disent les classiques. Dans nos régions, ce fait est exceptionnel, car il existe une carence calcique importante; le sol est siliceux et les eaux proviennent de terrains siliceux.

« Les dents n'apparaissent au plus tôt que le septième ou huitième mois et même souvent beaucoup plus tard; alors à ce moment elles apparaissent toutes ensemble : il y a de la salivation extrêmement abondante, avec déglutition de cette quantité excessive de salive, et par suite la digestion se fait mal; il se produit une infection gastro-intestinale qui s'aggrave de jour en jour et provoque une infection générale avec fièvre. Dans quelques cas, après un nombre variable de jours, des signes de méningite apparaissent et la mort est alors habituellement la terminaison de cette infection.

« Ce fait d'un état méningé causé par une éruption dentaire massive est nié par les classiques. Cela tient à ce que l'enfant est conduit à l'hôpital, c'est-à-dire chez les Professeurs de Clinique, avec des troubles méningés, sans que la véritable cause des troubles gastro-intestinaux, vieux déjà de dix ou douze jours, soit connue.

« Je note comme un point essentiel que, en pratique médicale courante, le malade est vu habituellement au débüt de sa maladie, alors qu'à l'hôpital on ne le voit qu'à la période d'état. Ces faits sont comparables à ce qui se passe pour la pneumonie. Dans ses cliniques, CADET DE GASSICOURT a dit autrefois : « L'enfant fait sa pneumonie dans le ventre ». C'est la stricte vérité, que j'ai été à même de constater depuis des années. Il en est de même chez l'adulte : on ne conduit à l'hôpital qu'un malade grave; on examine le malade en période d'état : on ne l'a pas vu quelques jours auparavant, alors qu'il

« présentait des troubles gastro-intestinaux, et presque
« toujours des vomissements.

.....
« Du fait de l'alimentation actuelle désordonnée, non
« équilibrée, les besoins en calcium de l'organisme aux
« divers moments physiologiques sont difficilement satis-
« faits, même s'il s'agit d'un adulte, en mettant à part les
« moments physiologiques aux besoins accrus : enfance,
« adolescence, grossesse, allaitement.

.....
« Le problème de fournir à la femme enceinte le calcaire
« nécessaire à la constitution du squelette fœtal et des tis-
« sus mous du fœtus est actuellement presque impossible
« à résoudre, de même que l'apport nécessaire aux femmes
« allaitantes; cette constatation a été faite dans tous les
« pays civilisés, même dans les classes riches ».

Les résultats des expérimentations de CHAGNIOT sont les
suivants :

1° Les éléments de cartilages et os administrés à des
enfants qui, au-delà de neuf mois (par exemple 14-15 mois)
n'ont pas de dents, provoquent la pousse des dents à la
dose de 1 gr. 50 par jour.

2° Chez les nourrissons qui ont une sortie très laborieuse
des premières dents avec douleurs les empêchant de dor-
mir : en un peu plus d'une semaine, la dose de 1 gr. 50 de
poudre de cartilages et d'os permet d'obtenir la diminution
rapide des douleurs, de la salivation, des troubles digestifs,
et les enfants peuvent dormir.

3° Des enfants à la première dentition en retard, ne
pouvant pas encore marcher, parce que les jambes ne les
portent pas, peuvent, aux mêmes doses, rapidement pous-
ser leurs dents, en même temps que le développement des
os des jambes leur permet de se tenir debout et de com-
mencer à marcher.

4° CHAGNIOT a pu observer des enfants de 11-12 ans
ayant des dents translucides, cassant au moindre choc; la

dose de 1 gr. 50 de poudre de cartilages et d'os a fait perdre aux dents cet aspect hyalin et leur a fait retrouver une blancheur et une dureté accoutumées.

Divers cas sont actuellement en observation par le Dr CHAGNIOT, et des stomatologistes. Des décalcifications dentaires chez l'adulte ont été également observées par ce praticien, et le traitement par ces cartilages et os a été fait sans tenir compte des infections intestinales considérables qui existaient dans la plupart des cas observés. Ces infections intestinales ont été soigneusement étudiées et observées, mais non traitées, de façon à déterminer ainsi que nous le disions plus haut la part des sels minéraux qui est fixée en tenant compte de l'apport supplémentaire conditionné par les diverses infections intestinales micro ou macroscopiques.

5° Le Dr CHAGNIOT a étudié la poudre de cartilages et d'os dans ses relations avec l'état général. Nous avons vu dans les chapitres précédents, les phénomènes généraux consécutifs à la carence calcique; nous avons vu que les physiologistes avaient pu montrer le rôle important du Calcium dans toutes les activités diastasiques, digestives et autres. Il était normal de constater une amélioration de l'état général et une augmentation de poids chez le nourrisson ou l'enfant à carence calcique traité par cette poudre.

CHAGNIOT a en effet pu dresser des courbes de poids de nourrissons tout à fait démonstratives. Le traitement qu'il avait institué a permis de préciser le fait suivant :

C'est que le Calcium, pour être utilisé convenablement et donner son maximum d'effet, doit être *absorbé régulièrement*, et que l'organisme a besoin tous les jours d'une quantité minimum de ce métal.

Il ne semble pas, contrairement à ce qui se passe pour d'autres métaux ou métalloïdes, que l'organisme puisse faire des réserves; CHAGNIOT, BAS, BERNARD, TYRODE, REY-TINAS, etc..., poursuivent actuellement toute une série d'observations sur divers état pathologiques, sur les états phy-

siologiques où les besoins en calcium sont considérablement accrus.

Les constatations faites à ce jour sur certains de ces états pathologiques, et particulièrement certaines formes de pré-tuberculose, sont assez déroutantes.

Depuis les travaux de FERRIER, toute une série d'auteurs avaient observé que le Calcium pouvait être un agent thérapeutique important.

D'autres observateurs avaient dénié au Calcium toute activité thérapeutique, en s'appuyant sur des faits bien établis. Dans certains cas observés par CHAGNIOT, il semblerait que les résultats confirment les idées de FERRIER.

BAS a étudié l'action du cartilage-os dans des cas de fractures survenues chez des vieillards; cette action a été remarquable, avec consolidation très rapide.

CHAPITRE XII

CONCLUSIONS

Au cours de cette étude nous avons constaté la présence de sels de Calcium dans les organes durs et mous et les liquides de l'organisme et l'élimination régulière de ces mêmes sels par les matières fécales, l'urine, les phanères, etc..., etc... Pour maintenir la teneur en calcium de l'organisme il faut donc un certain apport de sels de ce métal. Les aliments, dans les conditions habituelles, suffisent aux besoins normaux. Mais au cours d'états spéciaux : époque de la pousse des dents, grossesse, etc..., l'alimentation peut ne plus être à même de combler le déficit : c'est la carence calcique. Pour lutter contre celle-ci on a cherché à pénétrer l'architecture physico-chimique des sels de Calcium dans l'organisme; ce qui eut permis de déterminer des formes assimilables de calcium capables de parer aux insuffisances de l'apport alimentaire. Malheureusement ce problème capital reste mal connu. L'étude des carences calciques elle-même, si elle grossit le domaine de la pathologie, n'apporte néanmoins aucune nouvelle lumière sur le sujet.

Il fallait donc s'en rapporter à l'observation, qui s'est révélée féconde, des animaux placés dans les mêmes conditions d'indigence en calcium. Et nous avons vu ceux-ci recourir à l'ingestion de cartilages et d'os frais. N'était-il pas possible d'administrer à l'homme des préparations

présentant les caractéristiques de l'os et du cartilage frais? Par divers procédés on obtient des poudres d'os et de cartilage desséchées à basse température et dés-albuminées. Les premières observations permirent d'abord d'établir la véritable spoliation calcique dont l'homme est victime de la part des parasites intestinaux qu'il héberge. D'autre part l'étude de la poussée dentaire chez le nourrisson a permis de juger l'action de ces poudres de cartilage et d'os dans des cas où le déficit calcique est particulièrement évident. La pousse des dents fut déclanchée dans les cas de retard, facilitée dans les autres. Les accidents gastro-intestinaux, si fréquents à l'ordinaire, ne se sont pas produits dans la grande majorité des cas. Parallèlement l'état du nourrisson semble tirer grand profit de l'usage régulier de ces poudres. Celles-ci ont joué un rôle utile dans plusieurs cas de carie dentaire de l'adulte.

Enfin des services de divers établissements hospitaliers détiennent plusieurs observations selon lesquelles l'administration de poudres de cartilage et d'os semble avoir rétabli chez les femmes enceintes un équilibre calcique jusque-là compromis. Signalons pour terminer que plusieurs cas de fracture chez le vieillard et l'adulte (ski,) ont vu, sous l'action du même traitement, leur évolution favorablement influencée.

Ces résultats peuvent nous faire espérer que la voie suivie nous ménage de nouvelles réussites dans les nombreux cas où la cause de l'état pathologique est le déficit calcique.

L'institution de ce traitement est de date trop récente pour que le domaine où son intervention peut se montrer efficace ait été entièrement exploré, mais on peut penser dès maintenant que les poudres préparées à partir de cartilage et d'os frais représentent une des formes thérapeutiques les plus assimilables des sels de calcium.

CHAPITRE XIII

BIBLIOGRAPHIE

- ALOY. — Le calcium et le magnésium chez les êtres vivants. (Thèse, Toulouse, 1897.)
- ACHARD et ORSTEIN. — Le calcium dans les maladies aiguës. (*Revue de la Société de Biologie*, page 749, 1930.)
- M. ARTHUS. — La coagulation du sang.
- BAR. — Leçons de Pathologie obstétricale, 1907, 2, p. 445.
- H. BEAUNIS. — Physiologie humaine.
- BERTRAND. — Cours de chimie-biologique de l'Institut Pasteur, 1930-1931.
- BOUSSINGAULT. — C. R. Ac. Sc., 1846, 22, p. 356.
- A. CALMETTE. — L'infection bacillaire et la Tuberculose chez l'homme et chez les animaux.
- D^r A. CHAGNIOT. — L'apparition des premières dents chez les nourrissons dans les régions vosgiennes et le traitement des retards de dentition. (*Courrier Médical*, 4 avril 1937.)
- CHOSSAT. — C. R. Ac. des Sciences, 1842, 14, p. 451.)
- G. COLIN. — Traité de Physiologie comparée, Paris, 1888.
- P. CRISTOL. — Précis de chimie biologique médicale. (Masson, Paris, 1935.)

- DECOURT. — Les fixateurs du calcium. *Nutrition* (N° 1, page 59, 1934).
- R. DUCHANGE. — Les fractures des mâchoires en pratique. (*Doin, Paris, 1925.*)
- EGGENBERGER. — Handbûch der Inneren Sekretionen-Art. « Goître ».
- A. GAUTIER. — Leçons de chimie biologique normale et pathologique, *Masson, éd., 1897.*
- A. GAUTIER. — Chimie appliquée à la Physiologie.
- GILBERT et WEINBERG. — Traité du sang.
- A. C. GUILLAUME. — L'endocrinologie et les états endocrino-sympathiques.
- HART, Mac COLLUM, HUMPHREY. — *Research Bull. 5. Wisconsin exp. Station, 1908.*
- HART, STEENBOCK, HOPPERT. — *Journal of Biological Chem., 1921, 48, p. 33, 1922, 54, p. 75.*
- JAVILLIER, HALLAIN et M^{lle} ROUSSEAU. — *Bull. Soc. Chim. Biol., 1927, 9, p. 778.*
- R. LECOCQ. — Les aliments et la vie. *Paris, 1929.*
- R. LEGENDRE. — Alimentation. Ravitaillement.
- M. LEROUX. — Contribution à l'étude des carences minérales. (*Thèse Paris, 1932.*)
- LOEPER. — Mécanisme régulateur de la Composition du sang.
- LOEPER et BECHAMP. — Variation de la chaux intestinale dans les maladies de l'intestin.
- LE PLAY. — Du rôle des substances minérales en biologie. (*Thèse Paris, 1906.*)
- F. MAGNOL. — L'ostéomalacie puerpérale en Algérie. (*Thèse Alger, 1936.*)
- MALAMUD et MAZOCCHIO. — *C. R. Soc. Biol., 1922, 87, p. 396.*

- L. VON MEYSENBURG et A. M. PAPPENHEIMER, T. Z. ZUCKAR et M. F. MURRAY. — *Journal of Biol. Chem.*, 1921, 47, p. 529.
- MICHEL. — *C. R. Soc. Biol.*, 1899, 51, p. 422.
- OSBORNE et MENDEL. — *Journal of Chem. Biol.*, 1918, 34, p. 131.
- J. PASSWEG. — Thèse *Paris*, 1936. Etude des Carences minérales.
- L. RANDOIN et M. SIMONNET. — Les vitamines.
- ROBIN. — *Leçons sur les humeurs. Paris*, 1874.
- P^r G. H. ROGER. — Alimentation et Digestion.
- P. RONA et D. TAKAHASHI. — *Biochem. Zeit.*, 1911, 31, p. 336.
- G. SEE. — De la phtisie bacillaire des poumons. *Paris*, 1884. *Dela-haye et Lecrosnier*.
- E. SERGENT. — *Traité de Pathologie médicale. Art. Rhumatisme chronique*.
- E. SERGENT. — *Traité de Pathologie médicale, Art. os*.
- SHERMAN. — *Chemistry of food and nutrition*, p. 254.
- SHERMAN. — *Journal of Biol. Chem.*, 1920, 44, p. 21.
- SHERMAN et HAWLEY. — *Journal of Biol. Chem.*, 1922, 53, p. 375.
- H. C. SHERMAN et F. L. Mac LEOD. — *Journal of Biol. Chem.*, 1925, 64, p. 429.
- SIMONNET. — Thèse de Doctorat es Sciences, *Paris*, 1925.
- SJOLLEMA. — *Journal of Biol. Chem.*, 1923, 57, p. 255.
- G. TOVERUD. — *Journal of Biol. Chem.*, 1923, 58, p. 583.
- H. VIGNES et COISSET. — *C. R. Ac. Sc.*, 1927, 184, p. 472.
- E. von VOIT. — *Zeitsch. Biol.*, 1880, 16, p. 55.
- M. P. WEIL et Ch. O. GUILLAUMIN. — *Revue de Pathologie Comparée*, 1923, 23, p. 440 et 457.
- M. P. WEIL. — Les besoins calciques de l'organisme sont relativement considérables. (*Gazette Médicale de France*, 1^{er} oct. 1930.)
-

TABLE

	Pages
1) — Présence et dosage des sels de Calcium dans les organes durs et mous	9
2) — Présence et dosage des sels de Calcium dans les produits d'élimination, à l'état normal et pathologique.	32
3) — Nécessité d'un apport régulier de sels de Calcium dans l'économie de l'organisme humain.....	54
4) — Teneur en Calcium des aliments usuels.....	60
5) — Architecture physico-chimique des sels de Calcium..	63
6) — Rôle des sels de Calcium dans l'activité diastasique..	69
7) — Effets pathologiques des carences calciques et des excès d'apport des sels de Calcium dans l'organisme.	71
8) — Moyens utilisés par les animaux pour pallier aux carences calciques et conclusions à tirer de cette observation	73
9) — Préparations ayant pour but de fournir des sels de calcium assimilables.....	77
10) — Observation, à l'aide de ces préparations, sur le rôle des infections intestinales dans l'assimilation du Calcium	78
11) — Résultats obtenus par l'administration de ces préparations dans des cas de retard à la pousse dentaire chez le nourrisson, de carie dentaire chez l'adulte, de fracture chez le vieillard. Effet sur l'état général.....	80
12) — Conclusion	85
13) — Bibliographie	87

IMPRIMERIE MONNOYER LE MANS
